GREGG M. SINCLAIR LIBRARY
UNIVERSITY OF HAWAII
OCT 2 1963

EXPERIENTIA

REVUE MENSUELLE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES
MONATSSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE GEBIET DER NATURWISSENSCHAFT
RIVISTA MENSILE DI SCIENZE PURE E APPLICATE
MONTHLY JOURNAL OF PURE AND APPLIED SCIENCE

Editores:
A. v. MURALT · L. RUZICKA · J. WEIGLE
Bern Zürich Genève
Redactor: P.-D. Dr. H. Mislin, Basel

VERLAG BIRKHÄUSER AG. · BASEL 10
SUISSE - SCHWEIZ - SVIZZERA - SWITZERLAND

Vol. II - Fasc. 6 15. VI. 1946 Fr. 2.—

SOMMAIRE - INHALT - SOMMARIO - CONTENTS

RICHARD B. GOLDSCHMIDT: Position Effect and the Theory of the Corpuscular Gene . . . 197
S. MAUDERLI: Die Welt der kleinen Planeten . . . 204
V. B. WIGGLESWORTH: Water Relations of Insects . . . 210
E. GÄUMANN und O. JAAG: Über das Problem der Welkekrankheiten bei Pflanzen . . . 215

Communications provisoires - Vorläufige Mitteilungen - Comunicazioni preliminari - Preliminary reports

M. WALDMEIER: Auslöschung der koronalen $[FeX]3s^2 3p^5\ ^2P_{1/2}-{}^2P_{1\,1/2}$-Strahlung (6374 Å) durch Protuberanzen . . . 220
O. I. GINIEWSKI: Contribution à l'étude du phénomène d'imbibition capillaire . . . 221
R. BIRKHÄUSER: Gynergen und Penicillin als Antibiotika . . . 222
K. N. VON KAULLA und E. HUSEMANN: Über Beziehungen der Molekülgröße und -gestalt zur physiologischen Wirkung . . . 222
E. BÖHNI: Die Überwinterung des Erregers der Bitterfäule . . . 224

Compte rendu des publications - Bücherbesprechungen - Recensioni - Reviews

Genauigkeitsuntersuchungen über die rhythmischen Radiozeitzeichen der Station Rugby. Von K. Weißmann. – Versuche über Lufttriangulation mit Filmen und Statoskop am Wild-Autographen A_5. Von A. Pastorelli und Th. Blachut (Mitteilungen aus dem Geodätischen Institut der ETH. Zürich (Ref. R. Stämpfli) . . . 225
Physical Chemistry of Cells and Tissues. By R. Höber (The Blakiston Company, Philadelphia, Toronto 1945) (Ref. W. Wilbrandt) . . . 226
Advances in Protein Chemistry. Edited by M. L. Anson and J. T. Edsall (Academic Press, Inc. Publishers, New York 1945) (Ref. Ch. Wunderly) . . . 227
Advances in Carbohydrate Chemistry. By W. W. Pigman and M. L. Wolfrom (Academic Press, Inc. Publishers, New York 1945) (Ref. Ch. Wunderly) . . . 227
A Text-Book of Quantitative Chemical Analysis. By A. C. Cumming and S. A. Kay (Oliver & Boyd, Edinburgh 1945) (Ref. H. Schenkel) . . . 227
Die Entwicklungsgeschichte der Chemie. Von H. E. Fierz-David (Verlag Birkhäuser, Basel 1945) (Ref. R. Borth) . . . 228
Biochemistry of the Fatty Acids, and their compounds, the Lipids. By W. R. Bloor (Reinhold Publishing Corp., New York 1943) (Ref. Ch. Wunderly) . . . 228
Ouvrages reçus – Eingegangene Bücher – Libri pervenutici – Books received . . . 229

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

Experientia majorum – 15 Jahre Hochalpine Forschungsstation Jungfraujoch – Congrès – Nekrolog – Regenerationes: Tchécoslovaquie, Türkei, Schweizerischer Arbeitsplatz an der biologischen Station in Roscoff – Corrigendum . . . 229/232

QH
A1E9

«Experientia» publiera:

1. des *articles originaux* écrits dans une des langues principales sur les recherches scientifiques récentes;

2. de *brèves communications;*

3. informera ses lecteurs des événements marquants de la vie scientifique, donnera des *comptes rendus concernant les récentes publications, les congrès et les assemblées.*

«Experientia» si propone di pubblicare:

1. *articoli originali riassuntivi*, in una delle principali lingue usate dalla scienza, ad opera di autori di diversi paesi, su risultati scientifici di grande interesse;

2. *brevi relazioni;*

3. *recensioni di nuovi libri, relazioni di congressi e riunioni*, come pure altre comunicazioni su importanti avvenimenti nel campo delle scienze naturali.

Die «Experientia» stellt sich die Aufgabe:

1. durch *zusammenfassende Originalartikel* in einer der wissenschaftlichen Hauptsprachen von Autoren aus verschiedenen Ländern über Forschungsergebnisse berichten zu lassen, die im Vordergrund des Interesses stehen;

2. kurze *vorläufige Mitteilungen* aufzunehmen;

3. durch Besprechung neuerschienener *Bücher*, durch Referate über *Kongresse* und *Versammlungen* sowie durch andere Mitteilungen über die bedeutendsten Ereignisse des naturwissenschaftlichen Lebens zu informieren.

The aim of «Experientia» is:

1. to publish comprehensive articles embodying the results of recent scientific research. These will be written in one of the principal scientific languages and contributed by authors in various countries;

2. to publish *brief reports;*

3. to give information about the most important events in natural science by means of *reviews of the latest books, reports on congresses and meetings*, as well as through other communications.

EXPER.

L'«Experientia» paraît le 15 de chaque mois. Vente et abonnement dans toutes les librairies suisses et étrangères, ou directement chez l'éditeur. Prix du numéro fr. 2.—. Abonnement pour un an fr. 20.— pour la Suisse; pour l'étranger fr. 24.—. Ces prix s'entendent en francs suisses.

Adresser toute correspondance touchant la rédaction de l'«Experientia» exclusivement à l'éditeur soussigné.

Dernier délai d'admission pour les manuscrits: 25 jours avant la parution, c'est-à-dire le 20 du mois pour le numéro du mois suivant.

Les auteurs recevront gratuitement, s'ils le désirent, 100 tirés à part de format 14,5 sur 21 cm, sans couverture. Pour le prix d'un nombre plus grand et pour la couverture, s'adresser à l'éditeur. Les tirages à part doivent être commandés *avant* l'impression du périodique.

Prix pour les annonces, en Suisse: 1/1 page fr. 200.—, 1/2 page fr. 120.—, 1/4 page fr. 70.—. Placements spéciaux: prix sur demande. Annonces: *Senger-Annoncen*, Zurich 2, Gotthardstraße 61, tél. 25 22 02; Bâle: tél. 3 74 92.

L'«Experientia» est imprimée en Suisse.

Editions Birkhæuser S.A., Bâle 10 (Suisse), Elisabethenstraße 15, tél. 4 98 00; adresse télégraphique: Edita Bâle.

Die «Experientia» erscheint am 15. jedes Monats und kann im In- und Auslande durch jede Buchhandlung oder direkt beim unterzeichneten Verlag bezogen werden. Der Preis einer Einzelnummer beträgt Fr. 2.—. Das Jahresabonnement kostet in der Schweiz Fr. 20.—; im Ausland Fr. 24.—. Preise in Schweizer Währung.

Alle Zuschriften an die Redaktion der «Experientia» sind ausschließlich an den unterzeichneten Verlag zu richten.

Redaktionsschluß 25 Tage vor Erscheinungstermin, d. h. am 20. des Monats für den folgenden Monat.

Die Autoren erhalten auf Wunsch 100 Gratisseparatabzüge im Format 14,5× 21 cm ohne Umschlag. Die Kosten für weitere Sonderdrucke und für Umschläge sind beim Verlag zu erfragen. Separatabzüge sind *vor* dem Druck der Zeitschrift zu bestellen.

Preise für Inlandanzeigen: 1/1 Seite Fr. 200.—, 1/2 Seite Fr. 120.—, 1/4 Seite Fr. 70.—; für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. Inseratenannahme: *Senger-Annoncen*, Zürich 2, Gotthardstraße 61, Tel. 25 22 02; Basel: Tel. 3 74 92.

Die «Experientia» wird in der Schweiz gedruckt.

Verlag Birkhäuser AG., Basel 10 (Schweiz), Elisabethenstraße 15, Tel. 4 98 00; Telegrammadresse: Edita Basel

---

«Experientia» esce al 15 di ogni mese e può esser richiesta a ogni libreria svizzera o estera, o anche direttamente alla Casa editrice. Il prezzo del singolo fascicolo è di fr. 2.—. L'abbonamento annuo è di fr. 20.— per la Svizzera; all'estero fr. 24.—. I prezzi vanno intesi in valuta svizzera.

Tutti gli invii alla redazione di «Experientia» vanno indirizzati esclusivamente alla sottoindicata Casa editrice.

La redazione di ogni fascicolo si chiude 25 giorni prima del termine di pubblicazione, cioè al 20 del mese, per il mese seguente.

Gli autori ricevono, su desiderio, 100 estratti del formato 14,5× 21 cm, senza copertina. Il prezzo degli estratti in più e della copertina viene indicato, su richiesta, dalla casa editrice. Gli estratti vanno ordinati prima della stampa della Rivista.

Prezzi per annunci in Svizzera: 1/1 pag. fr. 200.—, 1/2 pag. fr. 120.—, 1/4 pag. fr. 70.—; per pagine speciali, accordi da stabilire. Gli annunci sono da inviare a *Senger-Annoncen*, Zurigo 2, Gotthardstraße 61, tel. 25 22 02; Basilea: tel. 3 74 92.

«Experientia» si stampa in Isvizzera.

Casa editrice Birkhæuser S.A., Basilea 10 (Svizzera), Elisabethenstraße 15, tel. 4 98 00; Indirizzo telegrammi: Edita Basilea.

«Experientia» is published on the 15th of every month, and can be obtained in any country through the booksellers or from the publishers. The price per number is fr. 2.—, by annual subscription by inland-mail fr. 20.—; other countries fr. 24.—. Prices in Swiss currency.

All communications to the editors should be addressed to the publishers. All manuscripts for publication in a given number must be in the hands of the publishers on the 20th of the preceding month.

The authors receive, on request, 100 reprints 14,5× 21 cm without cover free of charge.

For the prices of additional reprints and covers, inquiries should be addressed to the publishers. Reprints must be ordered before the number is printed.

Prices for inland-advertising: 1/1 page frs. 200.—, 1/2 page frs. 120.—, 1/4 page frs. 70.—. Advertisements should be sent to *Senger-Annoncen*, Zurich 2, Gotthardstraße 61, phone 25 22 02; Basle: phone 3 74 92.

Published by Birkhäuser Ltd., Basle 10 (Switzerland), Elisabethenstraße 15, Phone 4 98 00; Telegrams: Edita Basle.

Printed in Switzerland / E. Birkhäuser & Cie., Basel

Apiezon-Produkte

Dichtungs-Oele und -Fette für Vakuumarbeiten sind wieder sofort lieferbar

CARL KIRCHNER AG., BERN

Telephon 2 45 97 Freiestraße 12

Watte

für technische Zwecke in Paketen, Rollen und Blättern, ungeleimt und geleimt

Filter

aus chemisch reiner Baumwollwatte. Kurze Durchlaufzeit. Vollständige Filtration auch bei sehr dünnflüssigen oder heißen Flüssigkeiten

FLAWA

SCHWEIZER VERBANDSTOFF- UND WATTEFABRIKEN AG., FLAWIL

METHURAL -Tabletten

- Hohe polyvalente Wirksamkeit
- Große Verwendungs- und Dosierungsbreite
- Absolute Unschädlichkeit
- Farblosigkeit und Metallfreiheit
- Angenehmer Geschmack
- Für Kinder und Erwachsene verwendbar

INDIKATIONEN:

Gegen aerogene und Tröpfchen-Infektion, speziell bei Epidemien (Diphtherie, Scharlach, Grippe). Bei bestehender oder beginnender Angina, Erkältungen, Schluckbeschwerden, Husten, etc.

CILAG

SCHAFFHAUSEN

DOSIS:

Für Kinder und Erwachsene: Alle Stunden eine Tablette langsam im Mund zergehen lassen. Bei erhöhter Infektionsgefahr und therapeutisch alle ½ Stunde eine Tablette.

Packung à 36 Lutschtabletten Fr. 2.08 dét.
Kl.-Packung à 1000 Lutschtabletten Fr. 42.50 pro med.

ALEXANDER VON MURALT
Dr. med. et phil., o. Professor für Physiologie an der Universität Bern

Die Signalübermittlung im Nerven

Der Verfasser vergleicht den Nerven mit einem Nachrichtenübermittler und kommt zu dem Ergebnis, daß jede Nachricht auch in einem biologischen System aus einzelnen Signalen aufgebaut ist. Als «externe Signale» werden die Erregungswellen, die mit großer Geschwindigkeit über die Nervenfasern weglaufen, als «interne Signale» die der inneren Betriebssicherung dienenden Meldungen bezeichnet. Ausgehend von einer in alle Einzelheiten gehenden Besprechung des Bauplans der Nervenfaser, wird ihre innere Organisation und die Grundlage der erstaunlichen Leistungsfähigkeit des Neurons zur Übermittlung externer Signale erörtert.

INHALTSÜBERSICHT:

1. Teil: Der Bau der Nervenfaser

1. Allgemeiner Bauplan des peripheren Nervensystems.
2. Die histologischen Bauelemente des peripheren Nerven.
3. Einteilung der Nervenfasern in Gruppen.
4. Die Feinstruktur der Nervenfasern.
5. Das chemisch nachweisbare Baumaterial.
6. Das optisch nachweisbare Baumaterial.
7. Das photochemisch nachweisbare Baumaterial.
8. Die polarographisch nachweisbaren Aktionssubstanzen.
9. Die elektrischen Eigenschaften der ruhenden Nervenfaser.
10. Der energetische Bauplan der Nervenfaser.
11. Das Modell der ruhenden Nervenfaser.

2. Teil: Die Nachrichtenübermittlung in allgemeiner Betrachtung
Interne und externe Signale

3. Teil: Interne Signale und ihre Übermittlung

1. Die Degeneration des Nerven.
2. Die Regeneration des Nerven.

4. Teil: Externe Signale und ihre Übermittlung

1. Die Erregungswelle.
2. Die elektrischen Anzeichen des Aktionszustandes.
3. Die thermischen Anzeichen des Aktionszustandes.
4. Die chemischen Anzeichen des Aktionszustandes.

354 Seiten mit 132 Abbildungen und 3 mehrfarbigen Tafeln.
In Ganzleinenband Fr. 38.50. Geheftet Fr. 34.50.

Zu beziehen durch die Buchhandlungen

VERLAG BIRKHÄUSER BASEL

EXPERIENTIA

Vol. II - Fasc. 6 Pag. 197–232 15. VI. 1946

Position Effect and the Theory of the Corpuscular Gene

By RICHARD B. GOLDSCHMIDT, Berkeley[1]

Introduction

During the past decade many geneticists have realized that the classical theory of the corpuscular gene, i. e. the existence of actual separate bodies arranged along the chromosome in beadlike fashion, does not fit the facts any more. These facts are, first, that the number of chromosome breaks is proportional to the dosage of radiation, just as it is the case for so-called point-mutations (the latter are defined purely negatively as mutants for which, with present techniques, no changes in the architecture of the chromosomes can be discovered), secondly, the existence of position effect. Different geneticists have evaluated these facts differently. Some have closed their eyes and waved aside the facts concerning position effect by calling them rare and unimportant phenomena. Many have realized that no theory of the gene is possible which does not account for these facts, and have come to the conclusion that the classic conception of the gene must be widened to make it less rigid (e.g. MULLER). Only a few, like the present writer (see also PIZA[2], 1944, and SERRA[3], 1944), have decided that the whole classical concept of the corpuscular gene must be replaced by a different conception. It is not surprising that such a stand has been often criticized and that the mental difficulties of discarding a seemingly well-established conception are tremendous. But criticism is not helpful if the decisive body of facts is not explained simultaneously. Frequently the critical attitude is based upon a misunderstanding of the logical position of the newer conception. As a recent example of this I may mention BEADLE's[4] (1945) discussion of the subject which, though short and without going into the details of the case, will carry much weight with the biochemists to whom it is addressed. His contention is that the classical theory of the gene has worked so well and permitted such a successful description of the results of genetics that there is no reason to abandon it. May I point to the fallacy of this conclusion by using a comparison. All of the important facts of classical chemistry can be described in terms of the classical concept of valence. It is possible to be an excellent chemist and to teach the facts of chemistry without any allusion to the modern developments of the electronic and quantum mechanical theories of valence. Does this prove that the latter are unnecessary or false? Or does it not mean that, facts which can be described formally within the frame of the old concept are now being studied on a higher level, making the old notions appear superficial and primitive? I believe that the present situation in genetics is of the same type. Therefore, I propose to discuss the facts relevant to a critical study of the gene concept and to draw the conclusions which seem to me inevitable.

Occurrence and Frequency of Position Effect

The term position effect was introduced by STURTEVANT[1] (1925) for his discovery that two Bar "genes" in *Drosophila* (now known to be the effect of a tandem duplication after unequal crossing over, MULLER, BRIDGES) reduce the eye-facet number to a different degree if they are located in one chromosome compared with the reduction observed if they are located in two homologues. Since then the term has been applied to all cases of a phenotypic effect of a chromatin rearrangement looking like any mutation but produced entirely by the disturbance in the visible architecture of the chromosome. The early idea that a mutant arises at the point of a chromosomal break has been discarded by most investigators. Practically all cases of position effect (a better term would be rearrangement effect, because this term does not involve the theory of the corpuscular gene) have been found in *Drosophila*, the only exception being a few cases in maize. Some authors have contended that this must therefore be a special feature of *Drosophila*, without general significance. As there is no detail of heredity in *Drosophila* known which is not encountered generally (for the cytological feature of somatic pairing see below) such a conclusion has very little aprioristic probability. Actually there is no other organism known which is suitable for the reliable discovery of position effects. Small arrangements down to about $^1/_{1000}$ of the length of a chromosome can be seen only in the salivary gland chromosomes

[1] University of California.

[2] S. DE T. PIZA, Rev. de Agric., São Paolo, *19*, 26–50 (1944).

[3] T. A. SERRA, Bol. da Soc. Broteriana *19*, 327–369 (1944).

[4] G. W. BEADLE, Chem. Reviews *37*, 1–96 (1945).

[1] References found in the author's book "Physiological Genetics", New York, McGRAW-HILL, 1931, are not repeated in this paper.

of Diptera. Actually, in *Drosophila* each year some other long-known standard mutant turns out to be a position effect of a very small rearrangement. But the large rearrangements, the only ones which can also be seen in the chromosomes of many plants (large, of course, by *Drosophila* standards), could as a rule reveal position effect only when the effect is of a visible phenotype. This again requires a genetically and cytologically well-known organism. The only plant which thus far fulfills the requirement is maize. But what is a small visible rearrangement in maize would be a very large one in a salivary chromosome. With the relatively small number of loci known in maize, the probability of breaks near a known locus is a small one (Most position effects in *Drosophila* have the phenotype of a nearby point-mutant. A break near a known locus in maize does not refer to visible maize chromosomes but is meant in terms of a comparison with salivary chromosomes!). To this must be added that position effects of a physiological nature or of a modifier type are usually not observed. We shall further see that also in *Drosophila* not every rearrangement has a position effect. There must be a reason for this (see below), and it is quite possible that in maize the chromosomal constitution is such that breaks without position effect can occur more easily. Thus much more important than the negative evidence is the positive one that in the only organism except *Drosophila* which lends itself to a certain extent to detailed cytogenetic analysis, maize, position effects have been claimed in thus far three or four instances.

In *Drosophila*, the frequency of the position effect is much greater than generally suspected. A rough survey which I made (GOLDSCHMIDT[1], 1944) showed that approximately half of all *bona fide* mutants are based on position effects, while many of the remaining ones have never been checked sufficiently to be certain.

Types of Position Effect

The position effects thus far described may be grouped in different types.

(1) The original type of the Bar duplication. In this case it is irrelevant whether or not the Bar effect is itself a position effect (see below). Assuming that it is not, this type of position effect means, as already stated, that the presence of two Bar loci in one chromosome has an effect on the phenotype which is different from that of one Bar locus each in one homologous chromosome. According to STURTEVANT B/B = 68·12 ±1·09 facets, and BB/+ = 45·42±·24 facets. The only comparable case has been described by LEWIS[2] (1945) but it seems much more complicated. Here two mutants are involved which lie side by side, Star (S) and asteroid (ast), both of which have approximately the same effect on the eyes. These effects are different in the combinations S/ast versus S ast/+. In addition, these mutants have been arranged in a tandem duplication i. e. (S ast) (S ast) or (S +) (+ ast), etc., in one chromosome. In this case the visible effect is different among pairs of arrangements of the following type: (+ ast) (S ast) versus (S ast) (+ ast). This is interpreted as a position effect acting between the two parts of the tandem duplication. We shall discuss the duplication effect as a possible position effect below.

(2) The most frequent and most important position effect is one in which a chromosome break by Inversions or Translocations (deficiency and duplication, see below) located near the known location of a point-mutant produces a phenotypic effect which is identical with or closely resembles the mutant phenotype. These position effects behave genetically as multiple alleles of the respective point-mutants. The number of these cases known and their distribution over the chromosomes is such that one may safely state that breaks near any known locus will, in the majority of cases, produce this position effect. Let me mention only a fraction of the cases in *Drosophila melanogaster* involving well known loci: in the first chromosome position effects for yellow (y), scute (sc), white (w), cut (ct), Bar (B), forked (f); in the second chromosome for brown (bw), aristaless (al), Star (S), held out (ho); in the third chromosome for Stubble (Sb), ebony (e); in the fourth chromosome for eyeless (ey). In some of these cases a number of alleles, even large multiple allelic series, based upon different rearrangements, all with one break near the point-mutant locus have been found e.g. for y, sc, w, B, bw.

(3) This group is probably identical with the preceding one. Here no neighboring point-mutants, with the same phenotypical effect as the rearrangement, are known and therefore the position effect is described as an individual mutant or as "inseparable from Inversion X, etc." Examples are the Curly (Cy) inversion, Moiré (Mé) inversion, Translocation Xasta (Xa). (The claim that Cy was separated from the inversion seems to be based on a misinterpretation; unpublished data.)

The few position effects that have been found in maize belong to the group under discussion. ROBERTS[1] (1942) studied a large number of translocations in maize in detail. No clear position effect with a large phenotypic effect was found, but a statistical study of quantitative characters revealed that quite a number of significant deviations from the controls existed. These can be explained as position effects upon growth. This interpretation is made still more

[1] R. GOLDSCHMIDT, *in:* Science in the University, Univ. Calif. Press, pp. 183–210 (1944).

[2] E. B. LEWIS, Genetics *30*, 137–166 (1945).

[1] L. M. ROBERTS, Genetics *27*, 584–603 (1942).

probable by the work of JONES[1] (1944), who found an abnormal growth in maize endosperm associated with a chromosome rearrangement and considers this a position effect. JONES[2] (1939) had already interpreted as a probable position effect the behavior of twin-spots in the endosperm of maize, where a rearrangement near the locus C changes the action of C, as well as that of its allele, toward the type of action of another allele. There is, however, one case in *Œnothera*, described by CATCHESIDE[3] (1939), which parallels some of the cases in *Drosophila* (see below DUBININ effect). A translocation with a break near the locus P^s, which controls pigment on the flower-buds, reduces the pigmentation. The normal action is restored if the locus is separated from the translocation by crossing over.

(4) The rearrangements have no effect by themselves, but if combined with other mutants they exercise a modifying effect upon the phenotype. The position effect thus emulates a genetic modifier effect. Such effects have been described for different Inversions and Translocations and different modified mutants (see GARDNER[4], 1942, and GREEN and OLIVER[5], 1940, for modification of vestigial, GOLDSCHMIDT and GARDNER[6], 1942, for modification of Beaded). One might safely assume that such effects could be detected for all rearrangements without direct position effect if extensive tests were made.

It should be added at this point that the absence of a visible position effect of many rearrangements (including most inversions and translocations in plants) does not exclude an undetected position effect of a physiological type. This is best illustrated by the recent work of DOBZHANSKY[7] (e.g. 1943) and DUBININ and TINIAKOV[8] (1946), who found that inversions present in *Drosophila* populations were subject to the action of selection. This cannot mean anything but a physiological position effect which is subject to selection just as is any visible mutant.

(5) A specific position effect of the modifier type is dominance modification. DUBININ discovered that the fourth chromosome recessive, cubitus interruptus (c. i.) becomes more or less dominant in the presence of a translocation between the fourth and another chromosome, which involves a break near the c. i. locus. Also as in the cases reported under (4), dominance modification was involved, but in those cases without a break near the locus of the modified recessive. The Dubinin effect has also been reported for other loci, e.g., hairy in the third chromosome.

A variant of this group is found when the inversion or translocation brings a heterochromatic section into the neighborhood of the mutant locus. In this case the phenotype shows frequently a mosaic, e. g., mottled if a color is involved. In many of these cases there is no doubt that heterochromatin from the chromocentral region is involved. In many other cases heterochromatic nature of the neighborhood of the break has been claimed without real proof, and in some cases mottling is said to occur without heterochromatic neighborhood (KANE and GRIFFEN, 1940). The mottling effect is very typical if eye-colors are involved, and acts as a dominant. Thus, breaks near the brown locus (second chromosome) produce the dominant character Plum, which is a mottled brown. One might say that heterozygous brown has become dominant, but that the dominance does not work in all of the cells. For a recent discussion of explanations, see BELGOVSKY[1] (1946). Similar mosaicism has also been described for other characters resulting from heterochromatic neighborhood by rearrangement. But not all of the cases are reliable, as sometimes ordinary discrete variation has been called mosaicism.

The whole case of mottling is not completely clear, except for the fact of a position effect. Thus KAUFMAN[2] (1942) has found that rst^3, a typical case of position effect, changes into normal phenotype if further breaks are produced in the heterochromatin, which would mean a superimposed position effect acting in the opposite direction. Such a counteracting position effect has also been reported for other position effects: Curly (Cy), Glazed (Gla) and Bar^S (T 1, 4 B^S) by SUCHE, PARKER, BISHOP, and GRIFFEN[3] (1939), GRIFFEN and STONE[4] (1940), GRIFFEN[5] (1941). This means that the position effect of an inversion or translocation disappears if a new rearrangement is superimposed.

(6) Another type of position effect is a combination effect. An example is the following (GOLDSCHMIDT[6], 1945). The recessive mutant bran, at or near the arc locus, produces broad wings. The mutant pointed (svr^{poi}) near the tip of the X-chromosome produces pointed wings. The combination bran/bran svr^{poi}/svr^{poi} has short soft and blistered wings. A small inversion, In (1) $y^{px\ bl}$, in the X-chromosome has one break near the yellow locus and therefore a yellow phenotype (position effect). The other break is in

[1] D. F. JONES, Genetics *29*, 420–428 (1944).
[2] D. F. JONES, Genetics *24*, 100 (1939).
[3] D. G. CATCHESIDE, J. Genetics *38*, 345–352 (1939).
[4] E. J. GARDNER, Univ. Calif. Publ. Zool. *49*, 85–112 (1942).
[5] M. GREEN and C. P. OLIVER, Genetics *25*, 584–597 (1940).
[6] R. GOLDSCHMIDT and E. F. GARDNER, Univ. Calif. Publ. Zool. *49*, 103–124 (1942).
[7] TH. DOBZHANSKY, Genetics *28*, 162–186 (1943).
[8] N. P. DUBININ and G.G. TINIAKOV, J. Hered. *37*, 39–44 (1946).

[1] M. L. BELGOVSKY, Amer. Natur. *80*, 180–185 (1946).
[2] B. P. KAUFMAN, Genetics *27*, 537–549 (1942).
[3] M. L. SUCHE, D. R. PARKER, M. BISHOP and A. B. GRIFFEN, Genetics *24*, 88 (1939).
[4] A. B. GRIFFEN and W. S. STONE, Univ. Texas Publ. *8032*, 190–200 (1940).
[5] A. B. GRIFFEN, Genetics *26*, 154–155 (1941).
[6] R. GOLDSCHMIDT, Univ. Cal. Publ. Zool. *49*, 291–550 (1945).

the silver region but no second position effect is visible. But in the homozygous combination of yellow inversion and bran the wings are soft blistered, i.e., a position effect of the break in the silver region becomes visible in the combination. I may add at this point that position effects are known to take part in combination effects just as if they were the proper recessive mutant. If the mutants brown (second chromosome) and vermilion (first chromosome) are present simultaneously, the eyes of the fly are white. Plum is a position effect with a break in the brown region. The combination vermilion and Plum is also white (KIKKAWA[1], 1938).

Duplications and Position Effect

A visible effect of a duplication was formerly ascribed to a disturbance in the genic balance brought about by the presence of one gene in triplicate. Actually, many difficulties arise when one tries to explain why the presence of three normal loci in the Bar region should shift development toward a Bar eye. Facts have become known more recently which suggest that it is not the presence of two or three sections in tandem within the chromosome that causes the Bar or double Bar effect, but that a position effect of the rearrangement is involved. One of the reasons is that rearrangements in this region which have their breaks at the same point as in the Bar duplication, but are not duplications, produce a Bar effect (SUTTON[2], 1943). Another reason is that the duplication can be made to lose the Bar effect (GRIFFEN[3], 1941) by separating the tandem sections via translocation. We have already mentioned the comparable position effects studied by LEWIS at the Star-asteroid loci, where the facts seemed to indicate that the duplication break produces a position effect which changes the action of the asteroid locus toward normal. If the interpretation of the Bar duplication effect as a position effect is correct, the original position effect hypothesis of STURTEVANT (B/B contra BB/+) would find its explanation in the presence of the extra break with a modifying position effect in only one chromosome in the BB/+ genotype. (The type of phenotypical effect in these cases is not under discussion here.)

As an appendix to this group of facts, a strange phenomenon should be mentioned. If a homozygous recessive locus is "covered" by an additional duplicated piece of chromosome containing what is assumed to be the normal allele, the normal is usually dominant over the two recessives. But if the duplicated fragment has its break near the locus in question, dominance is shifted toward the recessive, which can be explained as an inverse Dubinin position effect (DOBZHANSKY and DOBZHANSKY, 1932, DOBZHANSKY and STURTEVANT, 1931). See the discussion of "covering," below.

Deficiency and Position Effect

The fact that a normal locus opposite a deficiency frequently produces the phenotype of a mutant of that locus (example $+ \,^{vg}/\mathrm{Df}$ = scalloped wings) has been explained by the assumption that such a locus is too weak to act in one dose sufficiently to produce the normal type. Recently a number of cases have been interpreted differently, namely as a position effect of the deficiency break near the locus in question. Thus SUTTON[1,2] (1940) found a small terminal deficiency at the tip of the X-chromosome, not including the so-called yellow locus. If the other chromosome contained y, i.e., not opposite the deficiency, the phenotype was yellow. This was regarded as a Dubinin type position effect making y dominant, when the other chromosome is broken near the $+^{y}$ locus.

Another group of facts which may best be explained as position effects concerns the phenotypic effect of homozygous deficiencies. A considerable number of cases have become known in *Drosophila* in which a homozygous deficiency has the phenotypic effect of a mutant located within the limits of the deficiency. Thus the homozygous mutant y in *Drosophila* is yellow (y/y). The mutant opposite a deficiency (y/−) is yellow and the homozygous deficiency −/− is also yellow (EPHRUSSI, 1934, STERN, 1935, etc.). Similar results have been obtained for the mutants scute, sc (STURTEVANT and BEADLE[3], 1936), roughest, rst^2 (EMMENS[4], 1937, PROKOFYEVA-BELGOVSKAYA[5], 1939, PANSHIN[6], 1941). Other mutants with homozygous deficiency effects are white, w (PANSHIN[7], 1938, 1941), and facet, fa (?) (OLIVER, 1937[8], 1938[9]). The rst^2 deficiency is especially interesting because no point-mutant is known at this point, whereas inversions with a break in this region produce the phenotype as a position effect (In rst^3, GRÜNEBERG, 1935, 1937). Quite a number of such cases are known also in maize (MCCLINTOCK[10], 1944) where they actually seem to be typical. Let us consider the following series of genotypes for yellow with more or less similar phenotypes:

[1] H. KIKKAWA, Genetics *20*, 458–516 (1938).
[2] E. SUTTON, Genetics *28*, 97–107 (1943).
[3] A. B. GRIFFEN, Genetics *26*, 154–155 (1941).

[1] In a previous paper (1944) I had misinterpreted SUTTON's views, for which I apologize.
[2] E. SUTTON, Genetics *25*, 628–635 (1940).
[3] A. H. STURTEVANT and G. W. BEADLE, Genetics *21*, 554–604 (1936).
[4] C. W. EMMENS, J. Genetics *38*, 191–202 (1937).
[5] A. PROKOFIEVA-BELGOVSKAYA, Bull. Acad. Sci. U.S.S.R., Ser. biol., *2*, 215–227 (1939).
[6] T. B. PANSHIN, C. r. Acad. Sci. U.S.S.R. *30*, 51–60 (1941).
[7] T. P. PANSHIN, Nature *142*, 837 (1938).
[8] C. P. OLIVER, Amer. Natur. *71*, 560–566 (1937).
[9] C. P. OLIVER, Genetics *23*, 162 (1938).
[10] B. MCCLINTOCK, Genetics *29*, 478–502 (1944).

1. y/y = homozygous point-mutant; 2. y/− = opposite deficiency; 3. −/− = homozygous deficiency; 4. $+^y/+^y$R = homozygous normal plus a rearrangement nearby; 5. $+^y/+^y$D = homozygous normal plus a deficiency nearby; 6. r^y/r^y = homozygous recessive rearrangement. It seems most probable that the −/− effect is a position effect based upon an abnormal sequence of the chromosomal material in the yellow region. This conclusion is possible only if the so-called yellow gene, which is absent here, has nothing to do with the position effect.

Important Features of the Position Effect

If we want to find an explanation of the position effect, we must realize the decisive general features as well as a number of additional details. The basic fact is that the position effect of chromatin rearrangements parallels in every respect the behavior of so-called point-mutations:

(1) In the case of mutations induced by radiations, point-mutations and small rearrangements (small ones only because large ones require two hits in the case of X-rays; for neutrons see below) follow the same law that effects are proportional to dosage.

(2) Position effects are allelic to point-mutations of the same region and large series of multiple alleles are known which consist of both types intermingled.

(3) There is no type of mutational effect known which is not also represented as position effect, e.g., dominant, recessive, semidominant, and lethal mutants; recombination effects of different mutants; modifier actions of different kinds including dominance modification. To the latter belong the invisibles, i.e., mutants or position effects without visible action by themselves, but with visible effect in combination with other genotypes.

(4) Mutants can be modified by position effects and position effects can be modified by position effects. Position effects may also be modified by mutants (suppressors, enhancers).

(5) Position effects may be accumulated in one chromosomal section as markers just as in ordinary mutants, e.g., no one could distinguish the difference between the phenotype or genetic behavior of a standard stock yw and one In (1) y; In (1) w.

The following detailed facts are relevant:

(1) If a position effect can occur by changing the order within a chromosome by breakage and rearrangement, it should be possible to observe effects at both breaks if both are located in regions near which visible mutants can occur. Actually a few such cases are known, as the one for yellow and silver reported above.

(2) It is to be expected that it is not irrelevant for the position effect whether one or another distant section is brought near the region which produces the position effect, with the result of different sequences beyond the break. RAFFEL and MULLER[1] (1940) have tested this by comparing different scute alleles based upon position effect with differently located second breaks. Actually the phenotype was somewhat different, but more uniform if the second breaks were in the same region.

(3) There is no case known in which a position effect near the locus of a known point-mutant does not resemble the mutant or its multiple alleles. In all known cases the position effect opposite its proper mutant acts as an allele of this mutant. In case that the homozygous effects of small deficiencies represent position effects, more complicated conditions of allelism should be expected. As the interpretation of position effect is not certain in these cases, I point only to the analyses of these features by MCCLINTOCK[2] (1944) and SCHULTZ and CURRY[3] (1941).

(4) As a rule a position effect occurs only when the rearrangement break is one to three salivary chromosome bands distant from the band which is supposed, on the basis of deficiency tests (also duplication, etc.), to contain that locus of which the mutant phenotype appears as position effect. This is frequently expressed in terms of the classical theory of the gene by saying that the position effect of the gene reaches over so many bands. We shall discuss the meaning of this below. In some cases it has been claimed that only breaks between two definite bands produce the position effect (e.g., for Bar, see GRIFFEN and STONE[4], 1940, and SUTTON[5], 1940). In other cases it is however certain that different breaks within a section produce allelic position effects. This is true, for example, of the scute (sc) locus, where all different breaks within a section of five bands produce a scute effect (see DEMEREC[6], 1941, GOLDSCHMIDT[7], 1944).

(5) A number of cases are known in which a break in the region of two neighboring loci produces the effect of both loci. Such is the case, for example, of the $y^{px\ bl}$ Inversion (GOLDSCHMIDT[7], 1944, 1945[8]) which produces both yellow and achete effect. DEMEREC[6] (1941) mentions many more such cases, but without giving details.

(6) In some cases position effects have been described with breaks a considerable distance away from

[1] D. RAFFEL and H. J. MULLER, Genetics *25*, 541–583 (1940).
[2] B. MCCLINTOCK, Genetics *29*, 478–502 (1944).
[3] J. SCHULTZ and V. CURRY, Carnegie Inst. Wash. Yearbook *40*, 282–287 (1941).
[4] A. B. GRIFFEN and W. S. STONE, Univ. Texas Publ. *8032*, 190–200 (1940).
[5] E. SUTTON, Genetics *25*, 628–635 (1940).
[6] M. DEMEREC, Univ. Pennsylvania Bicent. Conference, 1–11 (1941).
[7] R. GOLDSCHMIDT, *in:* Science in the University, Univ. Calif. Press, p. 183–210 (1944).
[8] R. GOLDSCHMIDT, Univ. Cal. Publ. Zool. *49*, 291–550 (1945).

the locus to which the phenotype of the position effect is attributed. Such effects have been described by VOLOTOV[1] (1937) for the Bar locus. It seems as if this behavior is characteristic for the mosaic position effects caused by inversions with one break in the heterochromatin. DUBININ (1936) found this when he studied the position effect Plum (brown region) by a complicated method which resulted in both breaks to be adjacent to heterochromatin. In this case rather long sections of the chromosome showed the position effect when broken anywhere. DEMEREC[2] (1941) found the same for a number of heterochromatic breaks affecting different loci in the X-chromosome, with a position effect up to a distance of 35 bands.

(7) Just as the position effect of one break may affect more than one locus, position effects may also be overlapping, i.e., a break at, say, band 10 may give a position effect with the phenotype of a locus at band 7, while another break near the band 8 might give an effect with the phenotype of a locus near band 12. Examples are found in DEMEREC[2] (1941) and GOLDSCHMIDT[3] (1944).

(8) An important observation of DEMEREC[2] (1941) is that a number of rearrangements without phenotypic expression are known with breaks in an interval that usually gives position effects (see also DOBZHANSKY, 1936, for the Dubinin effect).

(9) These data show that well-studied parts of the chromosome consist of sections of $\pm 5-10$ bands, within which the locus of a point mutant can be located and within which a rearrangement break almost always produces the position effect with the phenotype of that mutant. But these sections may overlap, furthermore, some rearrangements have no position effect, and, finally, the same effect may under certain circumstances be produced by a break in the following or even a distant segment. All of these facts must be taken into account in any explanation of position effect.

Explanations of Position Effect within the Classical Theory of the Gene

A number of explanations of position effect within the classical theory of the gene have been presented, some of them specific, some more vague. As an example of the latter I mention DOBZHANSKY's (1936) statement that position effects affect the coordinates, on which the reactions between the primary gene products take place. The hereditary material, though made up of discontinuous genes, is a continuum of a higher order; since the independence of the units is incomplete, they are changed if their position in the system is altered. In other words, it is realized that a loosening up of the classical gene concept is needed in order to account for position effect. MULLER (1935) and OFFERMAN (1935) are more specific. An interaction between the genes themselves is not excluded, but the decisive point appears to be an interaction between gene products. The idea is the following: In the production of phenotypic effects the gene begins by interacting with the cellular substances to produce specific products, which diffuse from the locus of origin and cause or affect further physico-chemical changes. When such interactions involve the immediate products of neighboring genes, distance may count. It is to be assumed that the highest concentration of the gradient of gene-controlled primary products will be near the gene, whereas with increasing distance these substances will be altered by undergoing new reactions. MULLER and STURTEVANT (1925) think that the somatic pairing of chromosomes in Diptera might contribute to making such interactions possible. (In WADDINGTON's[1] book (1939) an improved variant of MULLER's conception is used, namely, a competition of two genes for the same substrate. Thus the change in the distribution of the substrate is responsible for position effect.)

There are many serious objections to such a view, even assuming its possibility from a point of view of chemical kinetics (see below). The chromosomes of the resting nucleus are probably in completely stretched condition and are floating in a liquid medium. It is hardly possible that in the case of a one- or two-band inversion the actual change in order of "genes" could influence primary reactions in their neighborhood, except by diffusion along the chromosomal surface. In such a set-up, further, any point of a chromosome has a chance of meeting any other point of the same or other chromosomes, and this meeting should produce a position effect each time. In addition, the decisive fact remains unaccounted for—namely, that whatever the new neighboring locus, the effect of this disturbance in the primary reactions is always the same as that of a mutant at the locus in question. Such difficulties arising in any attempt to go into the details of such a conception have probably influenced many geneticists interested in these problems to prefer a rather vague and equivocal idea, namely, that the change of neighborhood at the point of the break radiates a kind of action, a position effect, toward a neighboring gene which is thereby caused to function differently. A corollary of this would be that a mutant effect is always a disfunction of the gene, whatever this may mean.

[1] M. VOLOTOV, Biol. Zhurn *6*, 970–922 (1937).

[2] M. DEMEREC, Univ. Pennsylvania Bicent. Conference pp. 1–11 (1941).

[3] R. GOLDSCHMIDT, *in:* Science in the University, Univ. Calif. Press, pp. 183–210 (1944).

[1] C. H. WADDINGTON, An Introduction to Modern Genetics, Macmillan, New York 1939.

Such a viewpoint would, of course, have to take into account the facts reported above concerning the segments within which position effects occur, their overlapping and the occasional occurrence of effects with long distances between breaks and loci. These difficulties are either ignored or they are removed by expanding the strict classical conception of the gene, by assuming that a gene may consist of smaller units of similar action, or that the gene has not a definite limit (see MULLER[1], 1941, DEMEREC[2], 1941). This shows that even the adherents of the classical theory of the gene realize that the facts of position effect require at least a less formal conception of the gene and its relation to the chromosome.

Returning to the chemical difficulties encountered when a type of explanation is used involving gene products, EPHRUSSI and SUTTON[3] (1944) (who call this general type of theory a kinetic one) have calculated the possibilities of such reactions on the basis of DELBRÜCK's suggestions. They came to the conclusion that the distances for position effect actually found are many times larger than the maximum distance possible on the basis of calculation. They add that actually, if an action over such long distances were possible, it should also occur between normal loci if they happen to come near each other in the nucleus. From this they conclude that not a kinetic but a structural hypothesis must account for the position effect. This means that something is involved which spreads along the chromosome, i.e., a change in the physical state of the chromosome itself. MULLER (1935) had already discussed such a possibility, pointing to the forces of attraction between different chromosomes. If a similar force should act between different loci, a kind of stress could be produced by abnormal neighborhoods which would result in distortions and therefore change of chemical action of the gene (see also MULLER[1], 1941). In a completely different way GOLDSCHMIDT (1938, 1940[4]) had arrived at the conclusion that both position effect and mutation must be explained on a structural basis, which would require the abandonment of the classical theory of the gene (see below). EPHRUSSI and SUTTON, following MULLER's lead, developed the following structural theory: Recent chemical work on the myosine molecule is taken as an analogy, which has shown that a fibrous protein exercises an enzymatic property when in a stretched condition. It is now assumed that the synaptic association of chromosomes in Diptera leads to a stretching of chromosome structure. The presence of a rearrangement may lead, through changes in the pairing condition, to modifications of the state of stress in the immediate vicinity of breakage points. EPHRUSSI and SUTTON try to interpret a few actual details on the basis of this assumption, e.g., STERN and HEIDENTHAL's[1] (1944) comparison of dosage relations in mutant combinations with those involving a position effect at the same locus (DUBININ's c. i. effect). The results had shown that a kinetic interpretation found for the dosage effects did not work with the position effects. For this case and a few others, an interpretation in terms of stretching is proposed. In my opinion the hypothesis does not work, for many reasons, e.g.: 1) We do not know anything about the condition of chromosomes in the resting nucleus. 2) The hypothesis demands a heterozygous position effect. Actually, many recessive homozygous or hemizygous position effects are known; an exact study of the salivaries made by A. HANNAH (GOLDSCHMIDT[2] *et al.*, 1945) for homozygous inversions in the yellow and white region do not show any abnormality of synapsis in the female and certainly nothing, either, in the hemizygous male. 3) An acceptance of the stretch theory would require either that point mutants be also products of stretch or that a gene produces invariably the same mutant type of reaction, whatever happens to it, e.g., stretching, or disappearance altogether, or chemical change. However, I think EPHRUSSI and SUTTON's discussion of great importance, because it disposes of the kinetic theory of position effect and stresses the necessity of a structural interpretation, as I had emphasized repeatedly, though upon a completely different basis. Thus, I should agree with BEADLE's[3] statement in a recent review (1945) that no explanation of position effect has been found thus far, if he had added "within the classic theory of the gene." As a matter of fact, I have repeatedly emphasized (1937, ff.) that an explanation of position effect requires an abolition of the oversimplified classic theory of the gene. *(Continued)*

[1] H. J. MULLER, Cold Spring Harbor Symposia *9*, 151–165 (1941).
[2] M. DEMEREC, Univ. Pennsylvania Bicent. Conference, 1–11 (1941).
[3] B. EPHRUSSI and E. SUTTON, Proc. nat. Acad. Sci. *30*, 183–197 (1944).
[4] R. GOLDSCHMIDT, Publ. Amer. Assoc. Adv. Sci. *14*, 56–66 (1940).

[1] C. STERN and HEIDENTHAL, Proc. nat. Acad. *30*, 197–205 (1944).
[2] R. GOLDSCHMIDT, Univ. Cal. Publ. Zool. *49*, 291–550 (1945).
[3] G. W. BEADLE, Chem. Reviews *37*, 1–96 (1945).

Die Welt der kleinen Planeten

Von S. Mauderli, Bern

Die Welt der kleinen Planeten ist außer in Fachkreisen wenig bekannt, trotzdem über ihren inneren Aufbau und die in ihr herrschenden Bewegungsverhältnisse und sonstigen bemerkenswerten Einzelheiten heute schon eine überaus reiche Literatur besteht und fast täglich neue Kleinplaneten oder Planetoiden, wie die einzelnen Mitglieder der Welt gewöhnlich auch genannt werden, entdeckt werden. Entdeckungen dieser Art werden gewöhnlich auch nicht in der Tagespresse bekanntgegeben, handelt es sich doch bei diesem Zwergvolk unseres Planetensystems fast ausnahmslos um äußerst lichtschwache Objekte, die nur in besonders lichtstarken Teleskopen und auch nur zeitweise, etwa wenn sie der Erde zur Zeit einer günstigen Opposition nahekommen, mit Erfolg beobachtet werden können. Ihre Stellungen am Himmel werden darum auch nicht, wie etwa ihre von bloßem Auge sichtbaren großen Geschwister *Merkur*, *Venus*, *Mars*, *Jupiter* und sogar *Saturn* in einigen unserer Hauskalender, bekanntgegeben.

Und doch handelt es sich auch hier um eine Welt, die seit der Entdeckung des ersten Kleinplaneten vor 145 Jahren viel und berechtigtes Aufsehen erregt hat und wesentlich zur Vervollständigung unserer Kenntnisse über unser Sonnensystem als Ganzes und gar darüber hinaus beitrug.

Der Bezeichnung nach handelt es sich also auch bei diesen Kleinplaneten um Wandelsterne, im Gegensatz zu den Fixsternen, und damit um Himmelskörper, die, wie unsere Erde und alle übrigen Großplaneten mit ihren Trabanten, zu unserem Planetensystem und somit auch, wie die Kometen und ungezählte weitere Kleinkörper aller Art, zum Sonnensystem als größere Einheit gehören. Damit gehorchen auch sie denselben Bewegungsgesetzen, die Kepler (1571–1630) zuerst empirisch unter Benützung der von Tycho Brahe (1546–1601) gewonnenen Beobachtungen, besonders über den Planeten Mars, und dann Newton (1643 bis 1727) auch theoretisch auf Grund des von ihm entdeckten Gravitationsgesetzes aufgestellt hatten und das moderne astronomische Weltbild aufbauten, in welchem sich die Planeten nicht, wie Kopernikus (1473–1543) noch glaubte annehmen zu müssen, in Kreisen, sondern in Ellipsen um die Sonne bewegen, so zwar, daß die Sonne stets in einem ihrer Brennpunkte liegt.

Über dieses Gemeinsame hinaus zeigt aber die Welt der Kleinplaneten besonders gegenüber den großen Planeten auffallende Verschiedenheiten, die namentlich in himmelsmechanischer Hinsicht zu einer Fülle neuartiger Untersuchungen Veranlassung gaben. Schon mit der Gegenüberstellung «Klein- und Großplaneten» ist auf den Größenunterschied dieser Himmelskörper hingewiesen, aber was die erwähnten Untersuchungen betrifft, so handelt es sich bei dieser Gegenüberstellung vor allem um *Massenunterschiede*, die für die Bewegungsverhältnisse in unserem Sonnensystem und im besonderen in der Welt der Kleinplaneten von grundlegender Bedeutung sind.

Weitere Verschiedenheiten zeigen sich aber besonders auch hinsichtlich der *Verteilung* der Kleinplaneten. Während sich ihre großen Geschwisterplaneten Merkur bis Pluto auf den ersten Blick ziemlich gleichmäßig über das Sonnensystem von rund 50–6000 Millionen km Sonnenentfernung verteilen, ist der Welt der Kleinplaneten, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nur der verhältnismäßig enge Raum zwischen Mars und Jupiter von 228–778 Millionen km zugewiesen. Das ist aber doch derselbe Raum, in welchem der junge Kepler schon 200 Jahre vor der Entdeckung des ersten Planetoiden einen Planeten vermutete, wenn er in seinem 1596 im Druck erschienenen *Misterium Cosmographicum* schreibt: «Da ich also auf dem begangenen Weg nicht ans Ziel kam, versuchte ich einen erstaunlich kühnen Ausweg. Ich schob zwischen Mars und Jupiter sowie zwischen Merkur und Venus zwei neue Planeten ein, die beide wegen ihrer Kleinheit unsichtbar sein mögen, und schrieb ihnen ihre Umlaufszeiten zu»; und es ist auch derselbe Raum, in dem sich mit Hilfe der berühmten und viel zitierten Titius (1729–1796)-Bodeschen (1747–1826) Formel

$$r_n = 0{,}4 + 2^n \cdot 0{,}3 \qquad \text{für } n = 3$$

sogar die mittlere Entfernung des hypothetischen Planeten von der Sonne in astronomischen Einheiten zu rund 149,5 Millionen km ergibt. Nun, der Raum, oder, wie er häufiger genannt wird, die Lücke zwischen Mars und Jupiter ist bis heute durch die Welt der Kleinplaneten reichlich ausgefüllt, nicht durch einen, sondern durch ungezählte Kleinplaneten, von denen bis heute allein schon rund 5000 wenigstens in einer Erscheinung beobachtet wurden.

Die Erstentdeckung eines derselben gelang bekanntlich in der Neujahrsnacht 1801 dem Astronomen Piazzi (1746–1826) in Palermo bei der Anfertigung eines Sternverzeichnisses, auf welchem ein Sternchen von einem Abend zum andern eine merkliche Eigenbewegung von etwa 13 Bogenminuten zeigte, also wohl ein Planet sein mußte. Piazzi und seine Zeit waren zwar noch mißtrauisch; denn das Sternchen war auch gar zu schwach und unscheinbar, als daß es sich um den erhofften Planeten hätte handeln können. Dann aber zeigten weitere Beobachtungen und vor allem die darauf gestützten Berechnungen, daß die *Ceres*, wie der neue Stern in der Folge getauft wurde, sich doch sehr wohl in die Lücke einfüge, und daß vor allem die mitt-

lere tägliche Bewegung mit der mittleren Entfernung 2,8 astronomische Einheiten von der Sonne aus der obigen Formel für r_n befriedigend übereinstimme.

Die letzten Zweifel wurden aber vollends behoben, als schon am 28. März des folgenden Jahres der Bremer Arzt Olbers (1758–1840) einen weiteren Kleinplaneten, die *Pallas*, entdeckte, dessen Bahn ebenfalls zwischen Mars und Jupiter gelegen war.

Nun begann ein eifriges und planmäßiges Suchen; denn die Vermutung lag nahe, daß es sich an Stelle des einen großen Planeten um einen Schwarm kleinerer handeln könnte, die möglicherweise als Stücke einer einst größeren Masse aufzufassen wären; eine Ansicht übrigens, die auch heute noch zahlreiche Anhänger hat. Tatsächlich wurden bis 1807 noch zwei weitere Mitglieder dieses mutmaßlichen Schwarmes entdeckt, nämlich am 1. September 1804 die *Juno* von Harding und am 29. März 1807 die *Vesta*, ebenfalls von Olbers.

Nun trat allerdings wegen des Fehlens guter und vor allem genügend weitreichender Sternkarten ein Stillstand von nahezu vier Jahrzehnten ein, und erst am 8. September 1845 glückte dem Postmeister Henke die Entdeckung der *Asträa*, und damit erwachte das Interesse aufs neue, und es begann eine förmliche Jagd nach weiteren Mitgliedern des vermuteten Schwarmes. Zahlreiche astronomische Liebhaber waren dabei besonders erfolgreich, aber besonders glückliche Entdecker waren indessen die Astronomen Peters in Amerika mit 48 und Palisa in Wien mit über 100 Entdeckungen. So wurden bis 1890 rund 300 Kleinplaneten entdeckt, und der Schwarm wurde mehr und mehr zu einer ganzen Welt.

Aber das ist ja erst der Anfang; denn ein ganz neuer Zeitabschnitt mit einer kaum geahnten Zunahme von Neubürgern derselben begann erst mit der Anwendung der Himmelsphotographie. Hier ist 1891 der berühmte Astronom der Heidelberger Sternwarte, Professor Max Wolf bahnbrechend vorangegangen, und dank der von ihm begründeten Methoden steigerte sich die Zunahme der Entdeckungen nun ganz gewaltig, belief sich die Zahl derselben doch schon um die Jahrhundertwende bereits auf nahe 500, dann 10 Jahre später auf 700, und heute, d. h. nach dem 1944 zuletzt erschienenen Planetenheft des internationalen Recheninstituts in Berlin-Dahlem, rund 1600, von denen an die 500 allein Herrn Prof. Wolf gutgeschrieben werden müssen. Die Zahl der Entdeckungen überhaupt kann aber, wie schon an anderer Stelle mitgeteilt wurde, heute sehr wohl schon mehr als 5000 betragen, und immer ist noch kein Ende abzusehen.

Die im Planetenheft 1944 aufgeführten 1560 Nummern betreffen aber von all den geglückten Entdekkungen nur diejenigen Kleinplaneten, die während der Entdeckungszeit und darauffolgenden Oppositionen genügend oft und genau genug beobachtet werden konnten, um aus den erhaltenen Beobachtungen für jeden derselben eine möglichst gesicherte Bahn berechnen zu können, d. h. eine Bahn, aus welcher nach Jahr und Tag und überhaupt für jeden beliebigen Zeitpunkt der Ort des in ihr laufenden Planeten an der Sphäre angegeben werden kann.

Es versteht sich, daß mit diesen Entdeckungen den Astronomen, zu den vielen anderen neuen Problemen, die um dieselbe Zeit auch von der Sternphysik hergestellt wurden, eine gewaltige Mehrarbeit erwuchs. Denn bei der Entdeckung eines neuen Planetoiden handelt es sich doch mehr als z. B. bei den rechnerisch sorgfältig vorbereiteten Entdeckungen von Neptun (1846) und Pluto (1930) um eine reine Zufallssache, und die rechnerische Bearbeitung der während der oft nur kurzbemessenen Entdeckungszeit erhaltenen Beobachtungen zur Bestimmung der Bahn, deren möglichst genaue Kenntnisse für die folgende Überwachung unerläßlich ist, muß der Entdeckung möglichst unmittelbar folgen, wenn anders der neue Himmelskörper nicht wieder verlorengehen soll.

Damit aber stellte sich den Astronomen schon anläßlich der Ceres die bis dahin nicht einwandfrei gelöste Aufgabe der Bestimmung einer elliptischen Bahn schon aus einer geringen Zahl und unter besonderen Umständen auch nur für kurze Zeit sich erstreckenden Beobachtungen.

An sich bietet die Ermittlung der Bahn eines Planeten keine theoretischen Schwierigkeiten, und zwar vor allem dann nicht, wenn wie bei den großen Planeten zahlreiche und womöglich über die ganze Bahn verteilte Beobachtungen vorliegen. In diesem Sinne geht denn auch die erste zuverlässige Bahnrechnung schon auf Kepler zurück.

Nach Newton war dann das Problem der Bahnbestimmung im wesentlichen das der Bestimmung einer parabolischen Bahn, also ein Kometenproblem, das besonders durch den bereits erwähnten Bremer Arzt Joh. Heinrich Olbers in einer Weise gefördert wurde, daß seine Methode auch heute noch beinahe unverändert im Gebrauch steht.

Auch für das Problem der Bahnbestimmung, ohne jede Voraussetzung über die Form der Bahn, gaben Euler (1707–1783), Lagrange (1736–1813) und Laplace (1749–1827) schon 20 Jahre früher elegante analytische Lösungen, die jedoch für die astronomische Praxis nur geringe Bedeutung erlangten und daher schon bald in Vergessenheit gerieten, so daß dann zur Zeit der Entdeckung der Ceres, die zum Teil wegen Erkrankung des Entdeckers nur wenige Wochen beobachtet werden konnte, die ernste Gefahr bestand, daß der Planet wieder verlorengehen könnte.

So war es dann schon ein besonderer Glücksfall, daß gerade zur rechten Zeit der junge und schon in aller Welt bestens bekannte Mathematiker Karl Friedrich Gauss (1777–1855) mit einer Methode hervortrat, die nicht nur mathematisch klassisch, sondern auch rechnungstechnisch derart beschaffen war, daß

sie auch heute noch fast unverändert in vielleicht 80 bis 90% aller Entdeckungen zur Berechnung der Bahn der Kleinplaneten verwendet wird. Die aus den wenigen Beobachtungen der Ceres von GAUSS berechnete Bahn ermöglichte aber nicht nur die Wiederauffindung dieses ersten Kleinplaneten, sondern auch die fernere Sicherung und damit dann auch die Sicherung der Welt der Kleinplaneten überhaupt.

Für die Himmelsmechanik aber bedeutete es den Anbruch eines neuen Zeitalters, als es GAUSS möglich wurde, aus nur drei vollständigen Beobachtungen die sechs sogenannten *Bahnelemente* zu berechnen.

Diese geben dann erschöpfenden Aufschluß über die *Größe* und *Form* der Bahn, über deren *Lage im Raum*, z. B. in bezug auf die Lage der Erdbahnebene und über den *Planetenort* auf ihr und am Himmel zu irgendeinem Zeitpunkt, kurz über alles, was zur Wiederauffindung des in Frage stehenden Planetoiden erforderlich ist.

Die ersten 400 Kleinplaneten, wie auch die große Mehrzahl der später entdeckten, liefen in kreisähnlichen, wenig gegen die Ekliptik geneigten Bahnen zwischen Mars und Jupiter, und es war daher bei der Gleichartigkeit derselben und der gewaltigen Inanspruchnahme der beteiligten Sternwarten wie auch der Rechner sehr wohl zu verstehen, daß bald einmal die Meinung aufkommen konnte, daß sich die weitere Verfolgung dieser Kleinkörper nicht mehr lohne und sich die Astronomen doch besser den interessanteren neuen Problemen der Sternphysik zuwenden würden, die sich dank der Verwendung der Himmelsphotographie und der Spektralanalyse mehr und mehr zu einer vielversprechenden Wissenschaft entwickelt hatte. Dem damaligen Direktor des astronomischen Recheninstituts in Berlin ist es indessen zu verdanken, daß entgegen dieser Ansicht die Arbeit nicht nur unentwegt weitergeführt, sondern daß vielmehr Ende der neunziger Jahre von dieser Zentralstelle aus eine straffe Organisation geschaffen wurde, unter deren Oberleitung alle auf diese Welt bezüglichen Arbeiten von ihren Mitarbeitern ausgeführt werden.

Nach dieser Organisation, die sich, von einigen Verzögerungen und Unterbrüchen namentlich während der beiden Weltkriege abgesehen, bis heute halten konnte und überaus wertvolle Arbeit leistete, dürfte auch dem Fernstehenden klar sein: mit der Entdeckung eines Planetoiden beginnt erst die Arbeit. Die Beobachter müssen dafür besorgt sein, daß möglichst zahlreiche und genaue Planetenörter ermittelt werden. Die so gewonnenen Daten gelangen dann an die Zentralstelle und von hier nach sorgfältiger Sichtung an irgendeinen Mitarbeiter, der mit der *Bahnbestimmung* betreut wird.

Und wieder gelangen die berechneten Bahnelemente an die Zentralstelle, die je nach Befund der Resultate den Planeten «numeriert» oder die beteiligten und nach der geographischen Lage und instrumentellen Ausrüstung geeigneten Sternwarten mittels Zirkular auffordert, den Planeten weiterzubeobachten. Diesem Zwecke dienen auch die jährlich im erwähnten Planetenheft veröffentlichten sogenannten *Oppositionsephemeriden*, die alle Planeten umfassen, welche im laufenden Jahr in Erdnähe gelangen, und dann auch die je nach Bedürfnis ebenfalls von der Zentralstelle herausgegebenen und demselben Zwecke dienenden Beobachtungs- und RJ-Zirkulare.

So stehen Rechner und Beobachter durch Vermittlung des astronomischen Recheninstituts in Berlin über Kontinente und Weltmeere hinweg in beständigem brieflichen und in besonders dringlichen Fällen sogar in telegraphischem Kontakt.

Aber auch mit der Entdeckung und der nachfolgenden Bahnbestimmung irgendeines Kleinplaneten geht die Sorge um denselben weiter; denn selbstverständlich zieht auch er wie jeder andere und wie alle übrigen Glieder des Sonnensystems seine Bahn nicht bloß unter Einwirkung der Schwerkraft der Sonne. Die Gravitationswirkungen der großen Planeten mischen sich ein, und auch die beste erste Bahnbestimmung kann nicht endgültig sein. Wie bei den großen Planeten werden auch die Bahnelemente der Planetoiden ständige Änderungen erfahren, die wohl anfänglich nur klein sein mögen, nach längeren Zeiten aber je nach der Form der Bahn und ihrer Lage in bezug auf die störenden Körper derart stark anwachsen können, daß sie berücksichtigt werden müssen, wenn anders der neue Planet nicht doch noch verlorengehen soll.

Den stärksten störenden Einfluß unter den großen Planeten übt wegen seiner großen Masse und seiner relativ günstigen Lage zum System der kleinen Planeten naturgemäß Jupiter (Masse Jupiters = rund $^1/_{1000}$ Sonnenmasse) aus, einen weniger starken Saturn und einen sehr geringen im allgemeinen alle übrigen Planeten. Die Massen der kleinen Planeten selbst sind aber so klein – vielleicht alle zusammen kaum größer als die Masse unseres Mondes –, daß ihre störenden Wirkungen als unmerklich immer vernachlässigt werden können.

Das ist, worauf schon einleitend hingewiesen wurde, ein besonders wichtiger Unterschied zwischen den Groß- und Kleinplaneten, ohne den eine einigermaßen befriedigende Lösung des Bewegungsproblems schon allein innerhalb der Welt dieser Kleinplaneten nicht zu denken wäre, geschweige denn im Zusammenhang mit allen übrigen Körpern, welche als Ganzes das Sonnensystem bedeuten.

Jeder Bahnbestimmung aus den Beobachtungen der Entdeckungszeit mußte also je nach der Orientierung der Bahn und der Beschaffenheit ihrer Elemente früher oder später eine Störungsrechnung folgen, die, je nach der Bedeutung des einen oder andern Kleinplaneten für besondere Zwecke, an Zeit im allgemeinen das Mehr- oder Vielfache der Bahnbestimmung beanspruchen wird und nicht selten über Jahre und sogar

Jahrzehnte ausgedehnt werden muß. Dabei kann die Störungsrechnung nach zwei grundsätzlich verschiedenen Methoden erfolgen. Bei der einen werden die Störungen, ähnlich wie bei den Großplaneten, aus nach Potenzen der Zeit geordneten Reihenentwicklungen berechnet. Hier erhält man *allgemeine* Störungen. Bei der anderen geht man von einem Zeitpunkt aus, an welchem Ort und Geschwindigkeit in der gestörten und ungestörten Bewegung identisch sind, und man berechnet sogenannte *spezielle* Störungen in den rechtwinkligen Koordinaten x, y z oder in den sechs Bahnelementen, wie solche seit Jahrzehnten für zahlreiche Kleinplaneten, u. a. auch am Astronomischen Institut der Universität Bern, berechnet wurden. Aus alledem – es kann sich hier nur um Andeutungen handeln – ist wohl ersichtlich, daß die Aufgabe, welche die Astronomen allein schon mit der rechnerischen Überwachung der an Zahl ständig zunehmenden Neuentdeckungen solcher Kleinplaneten übernommen haben, nach und nach zu einer Überbelastung führen mußte, die angesichts der Gleichartigkeit der zu bewältigenden Arbeit auf die Dauer nicht mehr zu rechtfertigen war, und zwar um so weniger, als ja mit der Rechnung auch die Beobachtung Hand in Hand gehen mußte, die wieder nur durch ohnehin schon stark beanspruchte Sternwarten geleistet werden konnte.

Die erwähnte straffe Organisation mußte also auch hier eingreifen und Mittel und Wege suchen, um diesen Schwierigkeiten Herr zu werden. Dies geschah einerseits durch Schaffung vereinfachter Rechenmethoden und vor allem durch Beschränkung der ständigen Überwachung auf die besonders wichtigen Mitglieder dieser Welt und andererseits durch Gewinnung eines möglichst über den ganzen Erdball verbreiteten Mitarbeiterstabes. Von diesen Maßnahmen bot naturgemäß die letztere nicht geringe Schwierigkeiten.

Einmal können vor allem geeignete Rechner nicht aus dem Nichts geschaffen werden; denn die astronomische Rechenkunst, wie sie uns von GAUSS geschenkt wurde, ist eine hohe Kunst, und dann mag es für den einzelnen, der sich schon für astronomische Probleme interessiert, reizvoller sein, sich den mehr physikalisch orientierten «neuen» Problemen der Sternphysik hinzugeben, weil er den unmittelbaren Erfolg seiner Bemühungen leichter sieht, als wenn er einsam an seinem Rechentisch oder nicht minder einsam in den stillen Räumen seiner Sternwarte einem Kleinplaneten auf die Spur zu kommen sucht; aber man mag es mir glauben: auch das hat seinen Reiz, handelt es sich doch auch hier nicht um ein geisttötendes, ermüdendes Operieren mit an sich toten Zahlen, sondern unser Gegenstand lebt und bewegt sich, entfernt sich, kommt uns näher, vielleicht sogar gefährlich nahe, und das alles zeigt uns die Rechnung, und wir leben mit unserem Gegenstand und begleiten ihn in Gedanken bis zu dem Zeitpunkt, da er nach Jahr und Tag von einem lichtstarken Fernrohr an der von uns für die Beobachtung geeignet bezeichneten Stelle des Himmels, mitten unter einem Heer von Sternen, als feines, matt leuchtendes Scheibchen oder Lichtpünktchen eingefangen wird.

Und was die erste Maßnahme, Vereinfachung der Rechenmethoden und Beschränkung der ständigen Überwachung auf die besonders wichtigen Kleinplaneten betrifft, so zeigte hier die Welt derselben selbst den zu beschreitenden Weg, unterscheidet sie doch selbst deutlich *zwei* Gruppen. Weitaus die große Mehrzahl aller bis heute entdeckten Planetoiden läuft in kreisähnlichen Bahnen um die Sonne. Ihre Bahnen sind also wenig exzentrisch und verlaufen vollständig zwischen der Mars- und Jupiterbahn. Für diese kommen somit in der Hauptsache nur Jupiterstörungen in Betracht, für deren Berechnung denn auch das Recheninstitut rechtzeitig vereinfachte Rechenmethoden schuf, die zur Sicherung dieser Himmelskörper für längere Zeit sehr wohl hinreichen. Man spricht dann bei dieser Gruppe von der Berechnung *genäherter Jupiterstörungen*.

Eine zweite Gruppe umfaßt dann die *Ausnahmen* von der Regel, die für den Forscher besonders wichtig sind. Das Besondere besteht für diese vor allem darin, daß ihre Bahnen nur zum Teil in der ihnen wohl von Anfang an zugewiesenen Zone verlaufen, zum andern Teil aber wie die Kometen auch die Bahnen der großen Planeten, insbesondere diejenige von Mars nach *innen* und diejenige von Jupiter nach *außen* hin, durchkreuzen.

Der erste Planet dieser Art, *Eros*, wurde am 13. August 1898 von Prof. G. WITT auf der Uraniasternwarte in Berlin entdeckt, und das Erstaunen in der Fachwelt darüber, daß Eros die Marsbahn kreuzt und sich der Erde im günstigsten Fall bis auf 18 Millionen km nähern kann, war groß und allgemein. Aber es sollte ja auch hier nicht bei dieser einen Entdeckung eines solchen Ausreißers bleiben. Bald folgten weitere sieben, von denen einige der Erde noch näher kommen als Eros, so namentlich die letztentdeckten *Amor*, *Apollo*, *Adonis* und *Hermes*, die zum Teil nicht nur die Marsbahn, sondern sogar die Erdbahn und die Venusbahn kreuzen und damit gar der Sonne näher kommen als die Venus oder gar Merkur.

Besonders ungewöhnliche Vertreter dieser Planetengruppe sind die drei letztgenannten und unter diesen der ungewöhnlichste *Hermes*, welcher sich zwischen dem 30. und 31. Oktober 1937 der Erde bis auf rund 420000 km nähern konnte. Das ist wenig mehr als die mittlere Entfernung unseres Mondes und daher sowohl für den fremden Planeten als auch für unsere Erde unter Umständen schon eine nicht ganz ungefährliche Nähe. Auf der Entdeckungsaufnahme hinterließ Hermes eine Strichspur von 27 mm, wie solche sich etwa zufällig auf photographischen Aufnahmen des Sternenhimmels als Spuren von Meteoren zeigen. War vielleicht Hermes selbst ein solches?

Nach außen hin wird aber auch die Jupiterbahn durch-

brochen, und zwar von *Hidalgo*, dessen größte Entfernung von der Sonne mit 1400 Millionen km nahe an diejenige von Saturn heranreicht, während seine kleinste Entfernung 300 Millionen km beträgt, in welcher er zu gewissen Zeiten auch die Marsbahn kreuzt.

Selbstverständlich erleiden die Bahnen von Kleinplaneten, die sich wie die eben genannten nahe an ihre großen Geschwister heranwagen, auch entsprechend größere Störungen als alle übrigen, was wiederum die Überwachung, namentlich von seiten des Rechners, wesentlich schwieriger gestaltet. Aber Schwierigkeiten sind da, um überwunden zu werden, und gerade darin besteht ja auch immer der Reiz, neue Wege zu suchen. – In dieser Hinsicht hat denn auch besonders die Mechanik unseres Planetensystems aus der Welt der Kleinplaneten manche überaus wertvolle Bereicherung erfahren dürfen.

So führten z. B. gerade die Annäherungen der Kleinplaneten *Hidalgo*, *Sirene* und *Valentine* an die Planeten Saturn, Mars und Jupiter zu Neubestimmungen der Massen dieser Großplaneten, und dann auch die Annäherung des Kleinplaneten *Eros* an die Erde in den Jahren 1930–1931 zu einer Neubestimmung der *Sonnenparallaxe* und damit der mittleren Entfernung Erde–Sonne, welche bekanntlich als die *astronomische Einheit* für die Weltraummessung von besonderer Bedeutung ist.

Schon diese bloßen Hinweise verraten dem Eingeweihten eine gewaltige Arbeitsleistung, und die Ergebnisse? Ich möchte nur bezüglich der Sonnenparallaxe einige Zahlen nennen.

Dieselbe betrug nach früheren Bestimmungen, bei welchen mit Vorteil außer Eros (1900/1901) auch schon früher die Kleinplaneten *Iris*, *Viktoria* und *Sappho* Verwendung fanden, zuletzt 8″,80, und heute, d. h. nach Abschluß der Neubestimmung, 8″,79. Die Änderung, die also heute am bisherigen Standardwert angebracht werden muß, ist wohl lächerlich klein, und die Frage Uneingeweihter, ob denn dieser Abstrich von nur 0″,01 die dafür aufgewendete Mühe und Zeit rechtfertige, war durchaus verständlich. Und doch bewirkt diese kleine Änderung allerlei: so wird damit die Sonnenentfernung, die bislang zu 149500000 km angegeben wurde, um 170000 km auf 149670000 km vergrößert. Aber auch der Mond ist dadurch um $22800 \cdot 10^{12} = 22800$ Billionen Tonnen schwerer geworden, und die Masse der Sonne muß jetzt zu $1{,}993 \cdot 10^{33}$ g statt wie bisher zu $1{,}985 \cdot 10^{33}$ g angenommen werden, was also einer Zunahme von $8 \cdot 10^{24}$ Tonnen entspricht. Aber noch eine ganze Reihe anderer «Konstanten» des Sonnensystems hat durch den Abstrich der Sonnenparallaxe um 0″,01 bedeutsame Änderungen erfahren, die bei zukünftigen Berechnungen berücksichtigt werden müssen, so zum Beispiel:

$$\frac{\text{Mondmasse}}{\text{Erdmasse}} = \frac{1}{81{,}28} \text{ statt } \frac{1}{81{,}53}.$$

Augenfällig erkennt aber zweifellos auch der Fernstehende aus diesen Beispielen das mit unerhörtem Arbeitsaufwand geführte unermüdliche Ringen um höchste Genauigkeit.

24 über den ganzen Sichtbarkeitsbereich des Eros verteilte Sternwarten, unterstützt durch eine von Professor Gustav Stracke vom astronomischen Recheninstitut unter Einbezug der Störungen von seiten aller Großplaneten durchgeführte genaueste Bahnrechnung, haben das fast Übermenschliche zustande gebracht und dann das reiche Beobachtungsmaterial dem derzeitigen Direktor der Sternwarte zu Greenwich, Spencer Jones[1], Astronomer Royal und Präsident der «Solar Parallaxe Commission, J.A.U.», zur Bearbeitung überlassen, der dann auch die Resultate seiner eigenen, mehrjährigen Bemühungen unter dem Titel «The Solar Parallaxe and the Mass of the Moon from Observations of Eros at the Opposition of 1931» 1942 in den Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 101, Nr. 8, veröffentlichte.

Außer den bisher erwähnten Ausnahmeplaneten, deren erster Eros war, gibt es nun noch zwölf Kleinplaneten, die alle sehr nahe in der Bahn des Jupiter selbst laufen, und zwar gehen ihm sieben derselben um nahe 60° voraus, während die fünf anderen um ebensoviel gegen ihn zurückbleiben und infolgedessen mit der Sonne und dem Großplaneten Jupiter in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks liegen. Es sind dies die in der neueren Himmelsmechanik besonders vielgenannten *12 Trojaner*, von denen der erste, *Achilles* (1906), und der bis heute letzte, *Diomedes* (1937), wie übrigens auch alle anderen, auf der badischen Landessternwarte Königstuhl-Heidelberg von Prof. Max Wolf und seinen Mitarbeitern und Schülern entdeckt wurden[2].

Wie diese zwölf sonderbaren «Apostel» in diese sonderbare Lage geraten sind, ist wohl kaum mehr festzustellen, aber ans Wunderbare grenzt es schon, wenn man weiß, daß der große französische Mathematiker Lagrange schon 1772, also 134 Jahre vor der Entdeckung des ersten derselben, gezeigt hat, daß drei einander anziehende Massen aufeinander keine Störungen ausüben, wenn sie in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks liegen.

Sicher hat sich Lagrange nicht träumen lassen, daß dieser merkwürdige Sonderfall des Dreikörperproblems im Weltall verwirklicht sein könnte, und daß es gerade zwölf Kleinplaneten sein würden, welche sich das Kunststück dieses Spezialfalls leisten. Für die Welt der Kleinplaneten und für das Planetensystem überhaupt knüpfen sich aber an diese Trojaner

[1] Spencer Jones fand nach der Veröffentlichung in den «Monthly Notices»: $\pi_\odot = 8''{,}790 \pm 0''{,}001$, womit 1 astronomische Einheit = 149670000 km ± mittlerer Fehler 17000 km.

[2] 508, Achilles 1906 (+); 617, Patroklus 1906 (—); 624, Hektor 1907 (+); 659, Nestor 1908 (+); 884, Priamus 1917 (—); 911, Agamemnon 1919 (+); 1143, Odysseus 1930 (+); 1172, Äneas 1930 (—); 1173, Anchyses 1930 (—); 1208, Troilus 1931 (—); 1404, Ajax 1936 (+); 1437, Diomedes 1937 (+).
+ = 60° voraus; — = 60° nach.

eine Reihe bemerkenswerter Erkenntnisse, auf welche indessen im Rahmen dieser Betrachtung nicht näher eingegangen werden kann. Immerhin kann man verstehen, daß diese Planetengruppe als einzigartiges Phänomen nicht nur innerhalb der Welt der Kleinplaneten, sondern überhaupt im Sonnensystem und nach unserem heutigen Wissen auch darüber hinaus im weiten Universum, nicht nur in Astronomen-, sondern auch in Mathematikerkreisen allergrößtem Interesse begegnen mußte, und daß schon allein die Entdeckungen der beiden ersten Trojaner, Achilles und Patroklus, welche kurz nacheinander im Jahre 1906 erfolgten, die seinerzeitige Anregung des Direktors des Berliner astronomischen Recheninstituts hätte rechtfertigen müssen.

Und nun sind ja den zwei ersten Entdeckungen bis zum Jahre 1937 noch zehn weitere gefolgt, im Jahre 1930 sogar deren drei, nämlich die Entdeckungen der Planeten Odysseus, Äneas und Anchyses. Und der Himmelsmechanik sind allein durch diese Trojaner völlig neue Wege gewiesen worden, die unerschöpflich scheinen und die vor allem durch die Mathematiker H. Poincaré und Jacobi und den Astronomen Elis Strömgreen und seine Schüler angeregt und gefördert wurden.

Aber zu guter Letzt hat auch die Welt der kleinen Planeten als *Ganzes* betrachtet noch ihre besonderen Probleme. So hat schon ein gewisser Kirkwood in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, also schon zu einer Zeit, da noch kaum hundert Kleinplaneten entdeckt waren, darauf hingewiesen, daß ihre Anordnung zwischen den erwähnten Grenzen nicht, wie man aus Wahrscheinlichkeitsgründen schließen könnte, eine stetig von Anfang an gegen die Mitte hin ansteigende und dann gegen das Ende zu wieder abnehmende ist, sondern, wie eine nach den Umlaufszeiten geordnete Übersicht es nachweist, zeigen sich an vielen Stellen Anhäufungen, an andern wieder Lücken oder von Planeten fast leere Orte. Lücken, das sind Stellen, an denen die Zahl der Planeten ganz plötzlich von einer größeren auf eine äußerst geringe herabsinkt, treten besonders auffallend hervor zwischen den Umlaufszeiten 3,90–4,00 und 5,80–6,00 Jahren. Vergleicht man diese Zahlen mit der Umlaufszeit des Jupiter, die 11,86 Jahre beträgt, so zeigt sich, daß sie einem Bruchteil, nämlich ⅓ und ½ derselben, gleich sind. Weitere, wohl weniger deutlich ausgesprochene Lücken finden sich außerdem noch an den Umlaufszeiten 3,40–3,50 vor, dann 4,70–4,80, 5,00–5,10 und endlich 6,60–7,00, entsprechend den Bruchteilen $^2/_7$, $^2/_5$, $^3/_7$ und $^4/_7$ von 11,86, also mit 3,389, 4,745, 5,084 und 6,778 Jahren. Drei dieser Lücken, welche insbesondere den Bruchteilen ½, ⅓ und $^2/_7$ entsprechen, tragen auch nach den drei Planeten Hekuba (108), Hestia (96) und Flora (8) die Namen *Hekuba-*, *Hestia-* und *Flora*lücke, welchen auch besondere Untersuchungen gewidmet wurden.

Aus der erwähnten Übersicht[1] geht klar hervor, daß jene Stellen, deren nach dem dritten Keplerschen Gesetz berechnete Umlaufszeiten zu der des Jupiter in einem rationalen Zahlenverhältnis stehen, keine oder nur sehr wenig Planeten enthalten. Diese gruppieren sich vielmehr in größerer Häufigkeit um jene Orte, deren entsprechende Umlaufszeiten zu der des Jupiter *inkommensurabel* sind.

Diese Feststellung, nach welcher Jupiter offenbar die kleinen Planeten aus den kommensurablen Stellen ausscheidet und sie andererseits an den inkommensurablen Stellen anhäuft, ist um so bemerkenswerter, als ja auch im Saturnsystem der erste und der zweite Mond desselben, Mimas und Enceladus, in der Lagerung der kleinen Monde, die als Doppelring den Saturn umschweben, die gleiche Rolle spielen, und als andererseits die Umlaufszeiten der großen Planeten keine Kommensurabilitätsstellen aufweisen. Es darf darum nicht verwundern, daß die von Kirkwood erkannten Verhältnisse in der Welt der kleinen Planeten neuerdings zu wichtigen Untersuchungen über die *Stabilitätsverhältnisse* in unserem Sonnensystem im allgemeinen und besonderen anregten, nachdem doch Laplace die Inkommensurabilität der zu seiner Zeit bekannten Großplaneten (bis Uranus) als besonders wichtiges Kriterium für den dauernden Bestand des Planetensystems erkannt hatte. Zu besonderen Untersuchungen gab in der Folge naturgemäß auch das Problem der Trojaner Veranlassung. Diese stellen doch wohl einerseits eine Anhäufung dar, laufen aber andererseits sogar in Bahnen mit dem Kommensurabilitätsverhältnis nahe 1:1, also an einer Stelle, die nach Kirkwood «verboten» sein müßte. Daß aber gerade hier das Verbot nicht zu gelten scheint, mag als Beweis dafür gelten, daß die Laplacesche Hypothese zu einfach ist und in ihrer Einfachheit nicht hinreicht, den ganzen Komplex merkwürdiger Beziehungen und interessanter Eigentümlichkeiten zu erklären, die in unserem Sonnensystem auftreten. Auch diese Erkenntnis verdanken wir der Welt der kleinen Planeten.

Weitere Fragen beschäftigen sich auch mit der Form und Größe der Kleinplaneten und endlich aber nicht zuletzt auch mit den in neuester Zeit vermuteten und nicht ganz unwahrscheinlichen Zusammenhängen zwischen Kleinplaneten und Kometen, Meteoren und sogar des Zodiakallichtes.

Aber Fragen sind immer leichter gestellt als beantwortet, und außerdem: wenn man bedenkt, daß von der gewaltigen Schar dieses Kleinvolks nur Ceres und Vesta gelegentlich dem unbewaffneten Auge eben noch sichtbar werden, so darf man sich nicht wundern, wenn die mehr physikalische Erforschung der Kleinplaneten noch kaum im Anfangsstadium sich befindet

[1] Die Übersicht befindet sich in meiner umfangreichen Veröffentlichung über das Thema «Untersuchungen über Stabilität dynamischer Systeme in der Mechanik des Himmels» und kann hier nicht reproduziert werden.

und daß z. B. eine direkte Durchmesserbestimmung nur bei den vier größten möglich war, bei denen Werte zwischen 200 und 800 km gefunden wurden. Photometrische Methoden aber zeigen, daß wohl die große Mehrzahl dieser Zwergplaneten Durchmesser von weit weniger als 100 km besitzt. Für *Hermes* werden z. B. Werte von nur 500–800 m angegeben, so daß die Vermutung, es könnte sich bei diesem Kleinplaneten um ein Riesenmeteor gehandelt haben, nicht ganz abwegig ist.

Statistische Untersuchungen sind zurzeit noch im Fluß. Es betrifft dies vor allem die Verteilung der Bahnelemente im Raum und nicht zuletzt auch die immer wieder gestellte Frage nach der Herkunft dieser vermutlichen Weltensplitter. Unabgeklärt ist dann auch immer noch die Frage nach dem zehnten Großplaneten, den der junge Kepler vor 350 Jahren zwischen Merkur und Venus «einschieben» mußte und der immer noch nicht entdeckt wurde, obgleich es an zahlreichen Versuchen nicht fehlte.

Neben alledem hat aber die Himmelsforschung allen Grund, denen dankbar zu sein, die vor einem halben Jahrhundert dafür gesorgt haben, daß dieses lohnende Feld der Sternkunde nicht vernachlässigt, sondern immer mit Hilfe tüchtiger und vor allem auch begeisterter Kräfte neu beackert und gefördert wurde.

Summary

After a historical survey on the discovery of the small planets and the international organization of the calculation of orbits the importance of the divergences from the ordinary orbits between Mars and Jupiter is discussed. On the one side those small planets which approach Mars, Jupiter, even Earth and Saturn, in strongly excentric orbits offer new methods for the mass determination of the large planets; e.g. the perigee of Eros made possible a new determination of the parallax of the sun (8″,79). On the other side the group of the Trojans e.g. gives new aspects for the problem of the three bodies. In the breaches of commensurability the statistical distribution of the orbits of the small planets hints to the problem of the stability of the planetary system.

Water Relations of Insects

By V. B. Wigglesworth, Cambridge

It is very largely true to say that the physiology of insects is the story of their water relations. Small terrestrial animals, with a surface area great in proportion to their volume, they are hard put to it to maintain the normal water content of their tissues. An incessant struggle for water is reflected in every aspect of their organization.

As in other terrestrial animals, the demand for oxygen must be reconciled with the need for retaining water. Insects breathe through tracheæ, the external openings of which are closed by muscular sphincters, held firmly occluded most of the time and opened only enough to let in the needed oxygen[1,2]. If the spiracles are kept permanently open, as happens during exposure in an atmosphere containing 5 per cent of carbon dioxide, the insect soon dries up and dies[3,4].

Excepting such species as live in moist environments or which take abundant liquid in their food, insects conserve water with great care during digestion and excretion. They eliminate nitrogen mainly as uric acid, which is deposited in solid form. And insects from dry environments have the rectal portion of their alimentary tract furnished with a high columnar epithelium or with distinct "rectal glands" which reabsorb water from the excrement before it is discharged. Indeed, in insects like the clothes moth larva *Tineola*, or the mealworm *Tenebrio*, every trace of water is removed from the fæcal residue and this appears in the form of dry pellets[1].

A few insects, notably the eggs of certain Collembola and the eggs of some grasshoppers, can withstand the drying of the tissues. Eggs of the South African locust *Locusta pardalina* have been kept in this desiccated state for three and a half years; they hatch within two weeks if they are moistened. But in most insects the normal water content of the tissues is much the same as in other animals, and they cannot tolerate any great reduction below this level.

These physiological mechanisms for retaining water during respiration or reabsorbing it during excretion will be effective only if the insect has a body covering impervious to water loss. The insect cuticle is indeed specially adapted to this end. The cuticle is rigid, flexible or elastic according to the mechanical needs of the system; but it remains extraordinarily impermeable to water. It has been recognized for many years that it is the very thin outermost layer, the epicuticle, that is responsible for this impermeability, and that

[1] E. H. Hazelhoff, Regeling der Ademhaling bij Insecten en Spinnen, Thesis, Utrecht 1926.
[2] V. B. Wigglesworth, Proc. Roy. Soc. B. *118*, 397—419 (1935).
[3] K. Mellanby, Proc. Roy. Soc. B. *116*, 139—149 (1934).
[4] V. B. Wigglesworth and J. D. Gillett, Proc. Roy. ent. Soc. Lond. A. *11*, 104—107 (1936).

[1] V. B. Wigglesworth, Quart. J. micr. Sci. *75*, 131—150 (1932).

lipoid materials in some form are associated with this impermeable layer[1].

In recent years a great deal has been learned about the nature of the insect cuticle. Its basic components are chitin and protein, intimately associated, perhaps chemically combined; although the protein (arthropodin) is readily extracted with water[2]. These form the endocuticle (Hauptlage or Innenlage). The outer parts, except in the soft or flexible regions, are hard and ambercoloured; they constitute the exocuticle (Pigmentschicht or Außenlage).

The hardness and coloration of the exocuticle result from a chemical change in the cuticular protein. It has long been known that the insect cuticle is extremely rich in phenolic substances (for example, dihydroxyphenylacetic acid) the function of which was obscure[3] except when they serve as chromogens in the production of melanin[4]. It appears from recent work that the physiologically important substances are not the polyphenols themselves but the quinones derived from them under the action of oxidases. Such quinones react with the proteins, linking together adjacent protein chains, occluding the reactive radicals, and converting a soft colourless soluble material into a horny brown insoluble and hydrophobe product. The protein of the exocuticle is in fact "tanned" protein; it has been termed "sclerotin"[5].

On the surface of the sclerotin is the thin epicuticle, usually not more than one micron in thickness. The epicuticle contains no chitin. Besides protein it is composed of lipoid material, the whole combined into a substance not unlike the cutin of the plant cuticle. This substance is excessively resistant and insoluble in all ordinary solvents including cold concentrated sulphuric or hydrochloric acids[6]. When subjected to destructive oxidation by warming in concentrated nitric acid saturated with potassium chlorate it is broken down and droplets of fatty material are liberated. This material was termed "cuticulin"[7]. It appears to consist of a polymerised lipo-protein which has been subsequently tanned with quinones[8].

It was earlier believed that it was this cuticulin layer which was responsible for the impermeability of the insect cuticle to water. The new cuticle formed before moulting is permeable almost to the time the old skin is shed. The impermeability acquired just before ecdysis was believed to be due to oxidative changes in the epicuticle at this stage[1]. But that explanation was mistaken. The true waterproof layer is a thin film of wax deposited on the outside of the histological epicuticle.

The outer layers of the cuticle are, as we have seen, very rich in dihydroxyphenols which will reduce ammoniacal silver oxide to give a deep brown stain. This is very evident when fresh sections of the cuticle cut with the freezing microtome are immersed in ammoniacal silver solution. But if the intact insect is immersed there is no staining. There is in fact an impervious layer between the solution and the "epicuticle." If, however, the surface of the insect is first rubbed very lightly with fine silica or alumina dust and is then immersed in ammoniacal silver oxide, all the prominent points and the crests of all the folds in the cuticle stain deeply (Fig. 1). The protective layer has been abraded so that the polyphenols are exposed[2].

The same thing happens if the insect is immersed in wax solvents, such as chloroform, except that now the exposure of the polyphenols is not confined to the crests of the folds.

In these insects, lightly rubbed with alumina dust or extracted with chloroform, there is no injury to the "epicuticle" that is visible with the microscope. And yet the impermeability of the cuticle to water

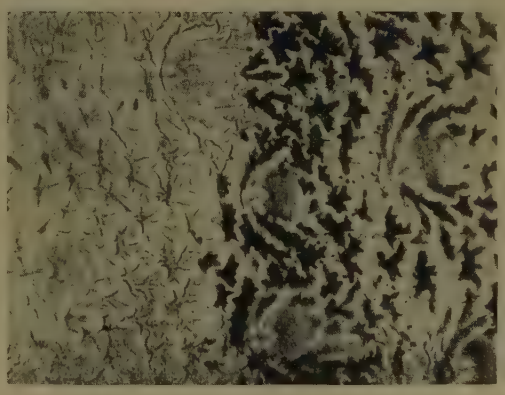


Fig. 1. Cuticle of *Rhodnius* treated with ammoniacal silver oxide, seen in surface view. Reduction is limited to the crests of the epicuticular folds of the area to the right which has been lightly rubbed with alumina dust.

is completely destroyed. A larva of the blood-sucking bug *Rhodnius* running on clean filter paper and exposed in dry air at 30° C lost only 2·1 per cent of its weight in twenty-four hours. If it were allowed to run on filter paper lightly dusted with alumina, so that as it ran along it rubbed the ventral surface of its abdomen, it lost 46·3 per cent of its weight and was in fact completely desiccated. (This effect could be largely prevented if the abdomen was supported by a tiny

[1] W. Kühnelt, Zool. Jahrb. Abt. Anat. *50*, 219—278 (1928); Verh. VII. Int. Kongr. Entom. Berlin, 1938, *2*, 797—807 (1939).
[2] A. R. Trim, Biochem. J. *35*, 1088—1098 (1941).
[3] K. Bhagvat and D. Richter, Biochem. J. *32*, 1397—1406 (1938).
[4] H. Schmalfuss, A. Heider and K. Winkelmann, Biochem. Z. *257*, 188—193 (1933).
[5] M. G. M. Pryor, Proc. Roy. Soc. B. *128*, 393—407 (1940).
[6] W. Kühnelt, Zool. Jahrb. Abt. Anat. *50*, 219—278 (1928).
[7] V.B.Wigglesworth, Quart. J. micr. Sci. *76*, 269—318 (1933).
[8] V.B.Wigglesworth, Proc. Roy. Soc. B. (in the press) (1946).

[1] V.B.Wigglesworth, Quart. J. micr. Sci. *76*, 269—318 (1933).
[2] V.B.Wigglesworth, Nature, *153*, 493 (1944).

mound of wax so that it no longer rubbed the surface.)

These observations provide the explanation of the mode of action of fine inert dusts in protecting dry stored goods from insect attack. The silica or other fine dust gets into the moving joints and leads to the abrasion of the wax layer so that the insect dries up[1].

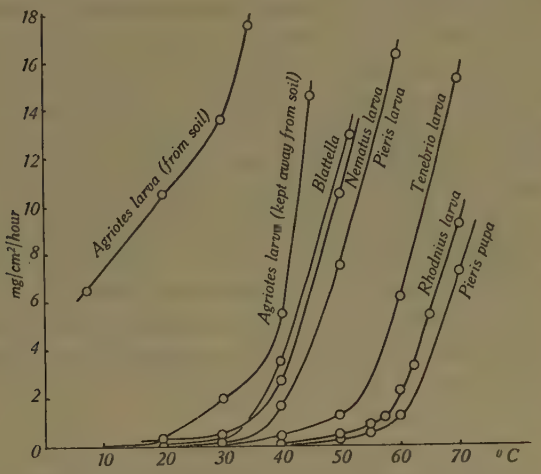


Fig. 2. The rate of evaporation of water from dead insects at different temperatures.

The first clear proof that the waterproofing of the insect was due to a layer of free lipoid on the surface of the cuticle was obtained in the cockroach[2]. When the cockroach is warmed to about 30° C there is a sudden increase in the rate of transpiration through the cuticle. This is the temperature at which there is a change of phase (melting or expansion) of the lipoid on the cuticle surface.

More recently it has been found that in almost all the insects studied there is a similar break in the curve relating rate of transpiration with temperature. There is a critical temperature above which the rate of water loss increases abruptly. This temperature may be around 30° C and so be demonstrable in the living insect. Or it may be around 60° C and become evident long after the insect has been killed by the high temperature (Fig. 2). In general the critical temperature is low in phytophagous insects from relatively moist environments, high in insects from dry environments. In the larva of the cabbage butterfly *Pieris* the critical temperature is about 37° C; in the pupa of the same insect, which has to withstand exposure in the open for many months, it is about 58° C[1].

The materials responsible for this waterproofing of the cuticle can be extracted from the cast skins of the insects with boiling chloroform. They prove to be waxes of the same general type as bees-wax, but they vary widely in physical properties. In the cockroach we have to do with a soft grease; in the leaf-eating larva of the sawfly *Nematus* or the cabbage butterfly *Pieris* they are soft pale yellow waxes without crystalline form; in the mealworm *Tenebrio* and in the bug *Rhodnius* they are hard, white and crystalline[1].

The extracted waxes can be laid down in the form of a thin film upon artificial membranes such as gelatine tanned with benzoquinone, or upon a piece of butterfly's wing from which all lipoids have been removed, and they render these materials highly impermeable to water. It appears that under the influence of the substrate membrane the wax molecules of the innermost layer are orientated at right angles to the surface and so closely packed in crystalline form that water molecules will not pass through. If these artificially waterproofed membranes are warmed they show the same phenomena as the intact insect. At a critical temperature there is a sudden increase in the rate of transpiration; and this temperature is the same in the isolated wax on the artificial membrane as it is in the normal insect from which the wax was obtained (Table 1).

Table 1

Approximate "critical temperature" for the increase in transpiration through the cuticle of intact insects (from Wigglesworth, 1945) and through films of the isolated waxes (from Beament, 1945).

	Intact insect	*Isolated wax*
Blattella	31° C	30° C
Calliphora prepupa	35° C	33° C
Calliphora pupa	47° C	48° C
Nematus larva	34° C	34° C
Pieris larva	37° C	39° C
Pieris pupa	58° C	57° C
Tenebrio larva	49° C	50° C
Rhodnius larva	57° C	57° C

There can be little doubt that it is these waxes which are responsible for the waterproofing of the cuticle. By relating the amount extracted with the surface area of the insect, it has been calculated that they form a layer about 0·25 μ in thickness. They have fairly definite melting points; but the critical temperature for the passage of water lies some 5 to 10° C below the melting point. At this lower temperature there is commonly a visible change in the wax which then becomes less opaque. It seems probable that at the critical temperature the intermolecular spacings in the crystalline waxes increase abruptly and the oscillating molecules begin to rotate freely[2].

[1] V. B. Wigglesworth, J. exp. Biol. *21*, 97—114 (1945).
[2] J. A. Ramsay, J. exp. Biol. *12*, 373—383 (1935).

[1] J. W. L. Beament, J. exp. Biol. *21*, 115—131 (1945).
[2] A. Müller, Proc. Roy. Soc. A. *138*, 514 (1932).

In the bug *Rhodnius* the wax layer is not easily removed by brief immersion in lipoid solvents. It has been found that that is because there is yet another thin layer, a layer of cement, protecting the wax. The nature of this material is uncertain, and the extent to which it is present in other insects is not known, but in *Rhodnius* at least it is a very definite structure.

The "epicuticle" in *Rhodnius* has thus been shown to be a complex of at least four layers. At the time of moulting they are laid down as follows:—

(i) First the lipo-protein or cuticulin layer is secreted by the epidermal cells. This is the "epicuticle" visible in histological sections.

(ii) Then, after a substantial layer of the exocuticle has been formed below the cuticulin layer, a viscid secretion rich in polyphenols is poured out over the surface of the cuticulin. Extending from the epidermal cells through the endo- and exocuticle, are cytoplasmic filaments, the so-called pore-canals. These appear to penetrate the cuticulin layer also and the polyphenols are extruded from their tips in the form of tiny droplets which later fuse to form a continuous layer.

(iii) Shortly before the old skin is cast, a layer of wax is poured out, again by the epidermal cells, over the surface of the polyphenol layer. It is at this stage that the new cuticle is rendered waterproof; and immediately afterwards the insect moults.

(iv) Finally, within an hour after moulting, the numerous dermal glands discharge over the surface of the wax the protective layer of cement[1].

Thus, when the cuticle is newly formed, the presence of the pore canals ensures that it is alive right to the surface and the underlying cells can control the properties of the surface layers after the deeper parts of the cuticle have been formed. This state of affairs persists. If the cuticle of the living insect is cut the cells around show all the responses characteristic of wound healing[2]. It is interesting to note that they show the same responses when the surface of the cuticle has been so lightly rubbed with alumina dust that no visible injury can be detected. This slight abrasion abolishes the impermeability of the cuticle. But if the insect is kept in a moist atmosphere, it secretes through the substance of its cuticle a new layer of wax, less well organized than the original layer, so that the abraded area acquires a slight milky bloom, but effective enough to restore the impermeability in the course of two or three days almost to its original level[3].

The importance of abrasion of the cuticle in the life of the insect is very evident in those species that live in the soil[4]. The larvæ of insects from the soil usually dry up very rapidly when removed from their humid environment. The cuticle of wire-worm larvæ *(Agriotes)* is freely permeable, so that in watery solutions the larva swells or contracts like an osmometer[1]. This permeability is due to the natural abrasion of the cuticle surface which results from contact with soil particles (Fig. 3). If the wire-worm is allowed to moult

Fig. 3. Part of the cuticle of a wire-worm, *Agriotes*, treated with ammoniacal silver oxide, seen in surface view. Reduction by the exposed phenols reveals the extensive scratching of the cuticle.

out of contact with the soil its cuticle is impermeable and it shows a critical temperature for water loss just like other insects (Fig. 2)[2].

These ideas have been extended to the study of the insect egg. The chorion of the egg of *Rhodnius* has proved extremely complex; but the principles of its structure have much in common with those arrived at in the study of the cuticle. Multiple layers are put down; lipo-proteins, polyphenols and tanned proteins form the different strata; and the final waterproofing is due to a thin film of wax. The film of wax, however, is laid down, not by the follicular cells over the surface of the egg, but by the oocyte itself on the inside of the shell[3,4].

The water relations of the insect consist in a balance between water loss and water gain. So far we have been considering the control of water loss—through the cuticle, through the respiratory system and by excretion. Two recent contributions to the study of gain of water by insects deserve notice.

When foodstuffs are oxidized in the course of metabolism, water is produced; and it has long been recog-

[1] V.B.Wigglesworth, Proc. Roy. Soc. B. (in the press) (1946).
[2] V.B.Wigglesworth, J. exp. Biol. *14*, 364—381 (1937).
[3] V.B.Wigglesworth, J. exp. Biol. *21*, 97—114 (1945).
[4] V.B.Wigglesworth, Nature, *154*, 333 (1944*b*).

[1] A. C. Evans, Ann. app. Biol. *31*, 235—250 (1944).
[2] V.B.Wigglesworth, J. exp. Biol. *21*, 97—114 (1945).
[3] J. W. L. Beament, Nature *157*, 370 (1946*a*).
[4] J. W. L. Beament, In the press (1946*b*).

nized that this "metabolic water" is of great importance to insects feeding solely upon dry materials. Indeed, under dry conditions such insects as the beetles *Dermestes* and *Tribolium* or the caterpillar *Ephestia* eat more food to produce a given unit of body-weight than they do under moist conditions—because the food eaten is being utilized for water production and not for growth. Consequently the length of the larval period increases and the weight of the pupa decreases. Assuming that every trace of preformed water in the food is retained by the insect, it has been calculated that when the larva of the meal-moth *Ephestia* is reared at a relative humidity of 5 per cent, not more than 7·6 per cent of the water in the full-grown caterpillar can have been ingested with the food; at least 92·4 per cent is metabolic water[1].

At the other extreme of the humidity scale there are divergences of another sort. Certain insects, such as the meal-worm *Tenebrio*[2] and the grasshopper *Chortophaga*[3], if placed in an atmosphere of 85—90 per cent relative humidity after being desiccated, will actually increase in weight through the uptake of water. Since even in the most desiccated insect the tissues contain sufficient water to be in equilibrium with an atmosphere of at least 99 per cent relative humidity, the uptake of water from an atmosphere of 85—90 per cent will require the output of work in the form of active secretion.

The site of the secretory cells has not been demonstrated in any insect. But among the ticks (*Ixodes* and other genera) which show the same phenomenon, it has been proved that the epidermal cells are the active agents[4]. Water is taken up by the cuticle, presumably by some hygroscopic constituent, and then secreted by the cells into the body-fluid. The desiccated young tick can absorb water from an atmosphere as dry as 88 per cent relative humidity; it takes up what it requires to restore the normal composition of the tissue-fluids, and then takes no more. As the tick grows old this power diminishes until finally it can maintain its water content only in an atmosphere saturated with water vapour.

The cuticle of ticks is rendered waterproof in the same way as that of insects; in some species the lipoid layer restricts their loss of water by transpiration to a very low level. But added to this passive retention of water is the active secretion by the epidermal cells. At a certain "equilibrium humidity" (around 88 per cent R. H.) the desiccated tick neither gains nor loses moisture to the atmosphere; but even below this humidity the secretory activity of the cells assists in water retention. If a portion of the surface of the tick is lightly abraded with alumina dust, it can no longer absorb water from the air even at 100 per cent relative humidity. The wound shock to a part of the epidermis has put the whole epidermis temporarily out of action. It recovers its capacity for taking up water if it is kept for a few days in saturated air[1].

Zusammenfassung

Landinsekten konservieren Wasser, indem sie die Stigmen soweit wie möglich geschlossen halten und, außer wenn sie reichlich Wasser in ihrer Nahrung aufnehmen, Wasser von den Exkrementen absorbieren. Dieser Mechanismus setzt die Wasserundurchlässigkeit der Kutikula voraus. Neue Arbeiten über die Struktur und Eigenschaften der Kutikula werden besprochen.

Die «Epikutikula» ist der wasserundurchlässige Bestandteil. Sie hat eine komplizierte Struktur und ist bei der Wanze *Rhodnius* aus mindestens 4 Schichten aufgebaut:

1. Die histologisch sichtbare «Epikutikula», welche, so wird angenommen, aus polymerisierten und mit Quinonen «gegerbten» Lipoproteinen besteht.
2. Eine Lage reich an Polyphenolen.
3. Eine ungefähr 0,25 μ dicke Wachslage.
4. Eine Zementlage, die das Wachs beschützt.

Die erste, zweite und dritte Lage wird von den Epidermiszellen ausgeschieden, die vierte fließt aus den Hautdrüsen aus.

Die Wachsschicht ist die Lage, welche die Transpiration begrenzt, anscheinend als ein Resultat der Orientierung und dichten Packung der innersten Wachsmoleküle. Für jede Insektenart gibt es eine charakteristische Temperatur, bei der das Wachs Wasser leicht permeieren läßt. Diese Temperatur ist bei Insekten aus einer trockenen Umgebung höher; solche Insekten haben ein härteres Wachs mit einem höheren Schmelzpunkt. Wenn lebende Insekten mit gewissen feinen und inerten Pulvern bestäubt werden, wird die Wachsschicht abgerieben, und das Insekt stirbt durch Austrocknung. Insektenlarven aus dem Boden sind wasserdurchlässig als ein Resultat der natürlichen Abreibung durch die Erdpartikel.

Insekten wachsen langsamer in einer sehr trockenen Umgebung, weil ein Teil der Nahrung im Stoffwechsel als Wasser ausgenützt wird anstatt zum Wachsen. Wenn gewisse Insekten aus einer feuchten Umgebung etwas ausgetrocknet werden, können sie aktive Feuchtigkeit aus der Atmosphäre absorbieren. Bei Zecken wird dies verursacht durch eine nach innen gerichtete Sezernierung der allgemeinen Epidermiszellen von Wasser, das von außen durch die Kutikula eintritt. Bei diesen Tieren ist die Erhaltung von Wasser unter trockenen Bedingungen teilweise ein aktiver Prozeß.

[1] G. Fraenkel and M. Blewett, Bull. ent. Res. *35*, 127—139 (1944).

[2] K. Mellanby, Proc. Roy. Soc. B. *111*, 376—390 (1932).

[3] D. Ludwig, Physiol. Zool. *10*, 342—351 (1937).

[4] A. D. Lees, Parasitology, *37*, 1—20 (1946*a*).

[1] Lees, A. D., In the press (1946*b*).

Über das Problem der Welkekrankheiten bei Pflanzen

Von Ernst Gäumann und Otto Jaag, Zürich[1]

Unter *Welkekrankheiten* versteht der Pflanzenpathologe Infektionskrankheiten, die durch bestimmte parasitische Pilze, seltener durch Bakterien oder Viren, verursacht werden und mit einem welkeähnlichen Zusammenbruch der befallenen Individuen enden (Fig. 1). Ihre wirtschaftliche Bedeutung ist bei einigen Großkulturen der Weltwirtschaft ganz erheblich. Die *Baumwollwelke*, hervorgerufen durch den Pilz *Fusarium vasinfectum* Atk., bedingt auch heute noch, trotz aller Bekämpfungsmaßnahmen, allein in den Vereinigten Staaten einen Ernteausfall von alljährlich rund 0,5 Millionen Ballen, entsprechend einem Geldwert von etwa 30–50 Millionen Dollars. In einer ähnlichen Größenordnung bewegen sich die Verluste bei den Bananen, verursacht durch die *Bananenwelke* (*Fusarium cubense* E.F.S.). Zu diesem unmittelbaren Ertragsausfall kommen noch die *indirekten* Folgen der betreffenden Krankheiten; denn sie zwingen zu einem intensiven Fruchtwechsel, d. h. zu einer *Rotation der Kulturen*, so daß eine Bananengesellschaft auf ihrem Areal nicht mehr ausschließlich Bananen pflanzen darf, sondern zwischenhinein immer wieder mehrere Jahre andere Kulturen, die sie nicht primär interessieren, anbauen muß.

Bei den uns hier interessierenden Welkekrankheiten dringt der Erreger vom Erdboden her in die Wurzeln und dann von diesen in den Stengel hinein, worauf früher oder später im Laubwerk die charakteristischen Krankheitssymptome auftreten. Der Erreger ist also meist auf die *Fußzone* der befallenen Pflanzen lokalisiert, löst aber seine manifesten pathogenen Wirkungen vor allem in deren *Laubwerk* aus; die Frage nach dem *Mechanismus* des pathogenen Effektes steht noch offen. Als Ursache des parasitogenen Welkens werden z. B. diskutiert:

1. die *mechanische Verstopfung* der Wasserleitungsbahnen durch den *Erreger* (z. B. durch das Pilzmyzel);

2. die *chemische Verstopfung* der Wasserleitungsbahnen durch pathologische Ausscheidungen des *Wirtes* (Gummi, Harze usw.);

3. die *mechanische Unterbrechung* des Wasserfadens in den Gefäßen durch die *Gase*, die der Erreger beim Abbau der Kohlehydrate des Wirtes bildet («Gasembolie», Jaminsche Kette);

4. die *Übersteigerung der Wasserabgabe* in den Blättern infolge einer Übersteigerung der Transpiration oder infolge einer Störung des Regulationsvermögens der Wirtszellen;

5. eine Störung des *Turgors* in den Stengeln und Blättern infolge Vergiftung des Wirtsplasmas.

[1] Institut für spezielle Botanik der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich.

Die unter 4 und 5 genannten Eventualitäten setzen die Bildung besonderer toxischer, welkeauslösender Stoffe durch den Erreger voraus. Man kann sie nach dem Vorschlag von Herrn Prof. Dr. E. Howald, dem Altphilologen der Universität Zürich, *Marasmine* nennen (μαρασμός = das Welken).

Fig. 1. *Welkezusammenbruch* einer Tomatenpflanze, experimentell ausgelöst durch eine 10^{-3}-Mol-Lösung von *Lycomarasmin*, einem Giftstoff des Erregers der *Tomatenwelke*, *Fusarium lycopersici* Sacc. Man vergleiche dazu Fig. 6. Etwa $^1/_5$ natürlicher Größe. Aufnahme Photogr. Institut ETH.

Schon früh wurde erkannt, daß manche pflanzenpathogenen Mikroorganismen in bestimmten Kulturflüssigkeiten derartige Marasmine bilden; denn die betreffenden Kulturflüssigkeiten lösen nach einer bestimmten Zeit bei den Wirtspflanzen Welkeerscheinungen aus. Ob diese Giftstoffe jedoch bloß Artefakte sind, bedingt durch die besondere Art der *Kulturflüssigkeit*, oder ob sie wirklich im Krankheitsablauf eine entscheidende Rolle spielen, ist, wie aus den eben genannten Punkten 1–3 hervorgeht, umstritten.

Der Sachverhalt läßt sich erst klären, wenn diese Marasmine in chemisch reiner Form vorliegen. Frühere, in unserem Institut durchgeführte Versuche, ihrer chemischen Natur näherzukommen, führten nicht wesentlich über die botanischen Aspekte hinaus (Grossmann[1], 1934; Luz[2], 1934). Erst als sich die organischen Chemiker für das Problem interessierten, gelang in *einem* Fall, bei *Fusarium lycopersici* Sacc., dem Erreger der *Tomatenwelke*, die chemische Reindarstel-

[1] H. Grossmann, Phytopath. Z. 7, 545–583 (1934).
[2] G. Luz, Phytopath. Z. 7, 585–638 (1934).

lung und Charakterisierung eines derartigen Marasmins. Es handelt sich um ein Polypeptid mit der Summenformel $C_9H_{15}O_7N_3$ und einem Molekulargewicht von 277,3; es wurde *Lycomarasmin* genannt (PLATTNER und CLAUSON-KAAS[1], 1944, 1945).

Eine Reihe von Versuchen, über die wir zu gegebener Zeit in den Berichten der Schweiz. Botanischen Gesellschaft ausführlich referieren werden, sollte die Art der Einwirkung des Lycomarasmins auf den *Wasserhaushalt* der Tomatenpflanzen abklären; wir greifen ihrer drei heraus. Ihre *Versuchsfrage* lautet: Wie gestaltet sich der Wasserhaushalt abgeschnittener Tomatensprosse bei *konstanter Lufttemperatur* (20,0°–20,2° C), *konstanter Luftfeuchtigkeit* (70–72%) und *konstanter Belichtung* (eingestrahlte Energie 8,1 cal/cm²/h), wenn statt Wasser dauernd Lycomarasmin in der Verdünnung von 10^{-2}, 10^{-3}, bzw. 10^{-4} Mol nachgeschoben wird?

Fig. 2–4 stellen die Ergebnisse von drei Musterbeispielen dar. Auf der Abszisse sind die *Stunden nach Versuchsbeginn* abgetragen, auf der linken Skala der Ordinate in g/h die *Wasseraufnahme* (potetometrisch gemessen) und die *Wasserabgabe* des gesamten Sprosses (kutikulare und stomatäre Transpiration, photographisch registriert; GÄUMANN und JAAG[2], 1936), und auf der rechten Skala der Ordinate das *Gesamtfrischgewicht* des Sprosses in Gramm.

Nach dem Wegschneiden des Wurzelwerkes in Leitungswasser wurde eine Adaptationszeit von rund 15 Stunden eingeschaltet, um die durch den operativen Eingriff bedingte traumatische Störung des Wasserhaushaltes ausklingen zu lassen; in Fig. 2–4 sind nur die letzten Stunden dieser Vorbereitungszeit eingetragen. Dann wurden die Sprosse aus dem Leitungswasser in die zu prüfende Lycomarasminlösung gebracht («Giftzusatz»), und damit begann der eigentliche Versuch.

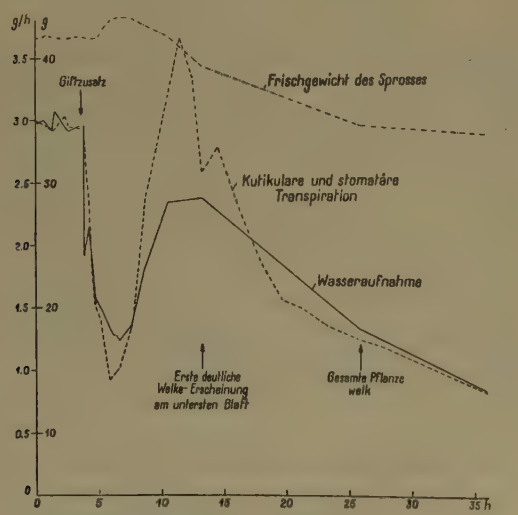


Fig. 2. Der Wasserhaushalt abgeschnittener Tomatensprosse bei dauerndem Nachschub von 10^{-2} Mol Lycomarasmin.

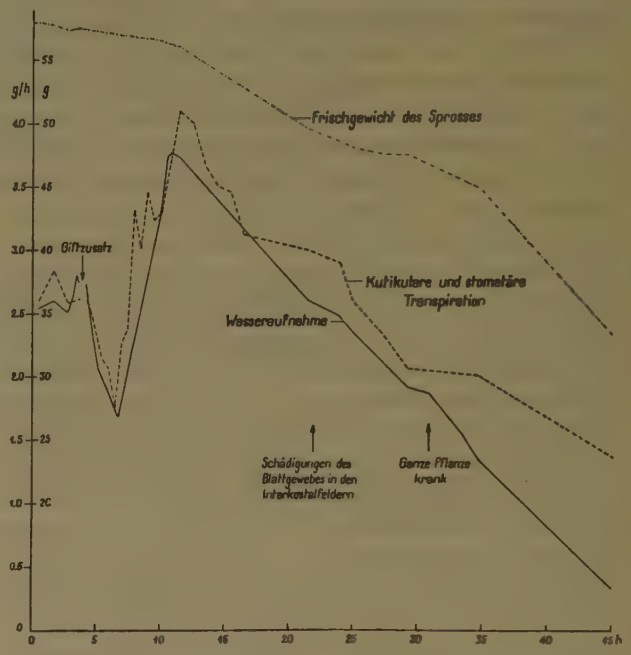


Fig. 3. Der Wasserhaushalt abgeschnittener Tomatensprosse bei dauerndem Nachschub von 10^{-3} Mol Lycomarasmin.

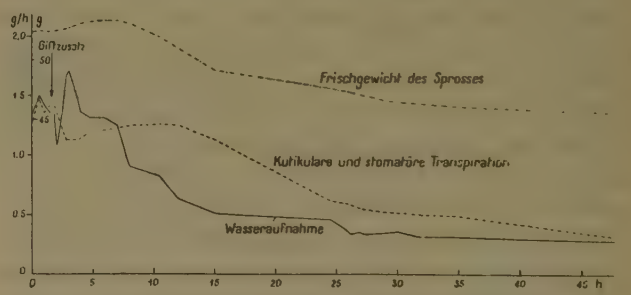


Fig. 4. Der Wasserhaushalt abgeschnittener Tomatensprosse bei dauerndem Nachschub von 10^{-4} Mol Lycomarasmin.

Wir betrachten zunächst die Figuren 2 und 3 (10^{-2} und 10^{-3} Mol Lycomarasmin), weil nur sie mit einem Welkeeffekt enden. Der Eintritt des Giftes führt zunächst in beiden Fällen zu einer Herabsetzung der Wasseraufnahme und der Wasserabgabe, bei 10^{-2} Mol Lycomarasmin auf rund ⅓, bei 10^{-3} Mol auf rund ⅔. Da die Reduktion sowohl bei der Wasseraufnahme als bei der Wasserabgabe ungefähr im selben Ausmaß erfolgt, so bleibt das Gesamtfrischgewicht der Versuchspflanzen im wesentlichen unverändert.

Wir möchten diese vorübergehende Drosselung des Wasserhaushaltes als eine *Schockwirkung des Lycomarasmins* deuten. Diese Annahme setzt die Erfüllung von zwei Bedingungen voraus: 1. daß das Lycomarasmin innerhalb der fraglichen Zeit durch die gesamte Versuchspflanze verteilt wurde, und 2. daß es im-

[1] PL. A. PLATTNER und N. CLAUSON-KAAS, Helv. chim. acta *28*, 188–195 (1944); Exper. *1*, 195–196 (1945).

[2] E. GÄUMANN und O. JAAG, Ber. schweiz. bot. Ges., *45*, 411–518 (1936).

stande ist, in ihr entscheidende, plasmatische Schädigungen auszulösen.

Die erste Voraussetzung läßt sich auf direktem Wege nicht prüfen, da wir die Geschwindigkeit, mit der das Lycomarasmin in der Pflanze aufsteigt, noch nicht unmittelbar zu messen vermögen. In Modellversuchen unter der Quarzlampe mit einer 10^{-3}-Mol-Lösung von *Uvitex Ciba*, dem Dinatriumsalz einer stark fluoreszierenden aromatischen Disulfosäure (Molekulargewicht 464), war jedoch der Farbstoff *schon nach 5 Minuten in den Spitzen der jüngsten Blätter* erkennbar; ihre Hydathoden leuchteten auf. Nach und nach leuchteten von unten nach oben sämtliche Blattstiele und Blattspreiten auf, so daß der fluoreszierende Farbstoff nach *rund einer halben Stunde* durch die feinsten Leitungsbahnen regelmäßig und allgemein in der Spreite sämtlicher Blätter verteilt war. Ähnliche Zeiten wurden mit *Eosin* (Molekulargewicht 690) gemessen. Wir werden deshalb kaum fehlgehen, wenn wir auch beim Lycomarasmin, dessen Molekulargewicht ja erheblich kleiner ist, mit einer ähnlichen Wanderungsgeschwindigkeit rechnen.

Die Richtigkeit der zweiten Voraussetzung, daß Lycomarasmin ein ausgesprochenes Plasmagift ist, läßt sich durch direkte Beobachtung an *Modellobjekten* bestätigen. Wir werden demnächst in einer besondern Arbeit unter Mitwirkung von R. Braun zeigen, daß das Lycomarasmin 1. die äußere Plasmagrenzschicht, die der Zellulosewand anliegt (die sogenannte *Plasmahaut*), *rasch durchdringt* und das Plasma schädigt (Sistierung der Plasmaströmung bei *Tradescantia* und *Elodea*), 2. daß es auch die *innere*, die Vakuole umschließende Plasmagrenzschicht (die Vakuolenwand, das *Tonoplasma*) zerstört (Diffusion von Anthozyan durch das Plasma und beide Grenzschichten ins Freie), und 3. daß es die *osmotischen Eigenschaften* der beiden Plasmagrenzschichten vernichtet (Aufhebung der Deplasmolyse).

Wir vermuten somit, daß das Lycomarasmin in der ersten halben Stunde nach Versuchsbeginn in die Protoplasten der Gewebezellen eintritt und sie schwer schädigt (Schockwirkung), vielleicht sogar abtötet (jedenfalls ist dies bei einigen Modellbeispielen der Fall).

Nach Überwindung der Schockphase steigen sowohl die Wasseraufnahme als die Wasserabgabe vorübergehend steil an. Die Wasser*abgabe* wird dabei stark übersteigert; sie schnellt erheblich über die Transpiration im gesunden Zustande und auch erheblich über die Wasser*aufnahme* hinaus. Der Gipfelpunkt der Wasser*aufnahme* kann dagegen je nach den Zufälligkeiten des Objektes über oder unter dem Normalmaß liegen. Infolge der fortwährenden Übersteigerung der Transpiration beginnt das Frischgewicht und mit ihm der Wassergehalt der Versuchspflanzen zu sinken.

Etwa 10–15 Stunden nach Versuchsbeginn wird der pathologische Höhepunkt des Wasserumsatzes überschritten; die Wasseraufnahme und die Wasserabgabe sinken nunmehr dauernd bis zum Schluß des Versuches. Da die Wasserabgabe in der Regel überwiegt, so fällt auch das Frischgewicht der Versuchspflanze mehr oder weniger rasch ab.

Unabhängig von diesem Gang des Wasserhaushaltes treten an den Versuchspflanzen früher oder später die ersten manifesten Krankheitssymptome (Welkeerscheinungen usw.) auf; bei der Verdünnung von 10^{-2} Mol Lycomarasmin (Fig. 2) setzen sie schon zur Zeit des Paroxysmus der Wasserabgabe ein, oder, wie in Fig. 2 selbst, etwa zwei Stunden später; bei der Verdünnung von 10^{-3} Mol Lycomarasmin erscheinen sie dagegen erst etwa 10 Stunden nach dem Überschreiten des Höhepunktes; in keinem Falle gehen sie dem Höhepunkt der Transpiration *voran*. Die Einzelheiten der Primärsymptome werden wir später in der ausführlichen Arbeit schildern; sie sind nämlich bei der *Lycomarasminwelke* anders beschaffen als z. B. bei

Fig. 5. Spontanes Welken, verursacht durch Wassermangel, bei derselben Tomatensorte und unter denselben Ernährungsbedingungen wie in Fig. 1. Etwa ¼ natürlicher Größe. Aufnahme R. Braun.

der *Patulinwelke* und auch anders als beim spontanen, durch Wassermangel bedingten *physiologischen* Welken.

Etwa 10–15 Stunden nach dem Auftreten der ersten Krankheitssymptome brechen die Blattgewebe zusammen, und es entsteht das Krankheitsbild der Fig. 1. Das toxigene Welken sieht somit auch in seinem Endstadium grobsinnlich (und zellularpathologisch) wesentlich anders aus als das spontane physiologische Welken (Fig. 5). Im Wasserhaushalt prägt sich der Zu-

sammenbruch der Versuchspflanze überraschenderweise nicht mehr aus; er sinkt vielmehr ohne Störung gleichmäßig weiter ab.

Wie ist nun dieser Sachverhalt zu deuten? Drei Dinge scheinen uns in Fig. 2 und 3 wesentlich zu sein.

1. Die vorübergehende *Übersteigerung der Wasserabgabe* nach dem Überschreiten der Schockphase: es muß in den transpirationsnahen Blattgeweben ein vorübergehendes *Überangebot an Feuchtigkeit* erfolgen, damit unter konstanten äußern Bedingungen eine entsprechende Übersteigerung der Verdunstung über das Normalmaß und über die Wasser*aufnahme* hinaus einsetzen kann.

2. Die *zeitliche Unabhängigkeit* des Auftretens der Krankheitssymptome vom Verlauf des Wasserhaushaltes: bei der Verdünnung von 10^{-2} Mol Lycomarasmin treten die ersten Krankheitssymptome schon während des Paroxysmus der Wasserabgabe oder etwa 2 Stunden später auf, bei der Verdünnung von 10^{-3} Mol Lycomarasmin volle 10 Stunden nach dem Überschreiten des Höhepunktes; und der endgültige Kollaps der Versuchspflanzen zeichnet sich in den Kurven des Wasserhaushaltes überhaupt nicht ab.

3. Die *sachliche Unabhängigkeit* des Auftretens der Krankheitssymptome vom Verlauf des Wasserhaushaltes: in der Versuchspflanze der Fig. 2 herrscht im Laubwerk zur Zeit des Auftretens der ersten Welkesymptome ein Wasserdefizit von 2,2 g, das sind bloß 6% der zu Versuchsbeginn in den Geweben vorhandenen Feuchtigkeit; im Falle der Fig. 3 beträgt das Wasserdefizit beim Auftreten der ersten Krankheitssymptome 8,9 g, das sind 17% der anfänglich vorhandenen Feuchtigkeit. Zwar können Tomatenpflanzen bei einem Wasserdefizit von 17% (infolge Sperre der Wasserzufuhr) auch spontan, physiologisch welken (nur in anderer Weise; Fig. 1 und 5); dennoch glauben wir nicht, daß in Fig. 3 das Wasserdefizit als solches beim Zusammenbruch der Versuchspflanze den Ausschlag gab; denn in der später zu besprechenden Fig. 4 beträgt das Wasserdefizit am Schluß des Versuches 15%, *ohne daß die Pflanze irgendwelche Welkesymptome zeigt*, und anderseits kennen wir aus andern Versuchsreihen Beispiele von toxigenem Welken, bei denen der Erkrankung *überhaupt kein wesentlicher Wasserverlust* voranging und bei denen somit das «Welken» bei *vollkommen normalem Wassergehalt* einsetzte. *Die Tomatenpflanzen können also einerseits ein Wasserdefizit von 15% ohne Welkesymptome ertragen und anderseits können sie (bei Zufuhr von Welkestoffen) ohne Wasserdefizit Welkesymptome zeigen und zusammenbrechen.* Der im Verlaufe der Erkrankung eventuell eintretende Wasser*verlust* kann somit auf keinen Fall die *Ursache* des pathologischen Welkens sein.

Wir möchten das Zustandekommen der Welkesymptome bei unsern Versuchspflanzen, die ja dauernd in einer verdünnten wässerigen Lösung stehen, vielmehr in der folgenden Weise erklären. Nach den Vorstellungen von STRUGGER[1] (1938, 1939) und von ROUSCHAL und STRUGGER[2] (1940), die an die alte SACHSsche Lehre von der Imbibition der Zellwände anschließen, nimmt bei den höhern Pflanzen der Transpirationsstrom außerhalb der Gefäßbündel seinen Weg größtenteils durch die submikroskopischen Kapillaren der *Zell-*

Fig. 6. Gesunde Tomatenpflanze derselben Sorte, desselben Alters und bei derselben Ernährung, gezogen wie die welkenden Versuchsexemplare in Fig. 1 und 5. Etwa $^1/_6$ natürlicher Größe. Aufnahme Photogr. Institut ETH.

wände. Er bewegt sich somit von der Austrittsstelle aus den Gefäßbündeln bis zur Oberfläche der Blätter *unabhängig* von der Permeabilität der Protoplasten in den *Zellwänden*, energetisch gesteuert durch die *Transpiration* (durch das Wegdampfen der Feuchtigkeit von der Blattoberfläche aus); dementsprechend stehen nicht nur die mikroskopischen Wasserfäden in den Gefäßen unter Kohäsionszug, sondern auch die submikroskopischen Wasserfäden in den Membrankapillaren.

Infolge dieses autonomen, von den Protoplasten zur Hauptsache unabhängigen Transpirationsstroms, bildet bei den höhern Pflanzen das Zellwandsystem eine große *innere Oberfläche*: jede Parenchymzelle wird allseitig von einer Wasserlamelle, dem Transpirationsstrom, umspült, aus dem der Protoplast nach Maßgabe seines Aufnahme- und Speichervermögens selektiv die notwendigen Ionen aufnimmt. Die nicht aufgenommenen Salze werden durch die kutikulare Tran-

[1] S. STRUGGER, Flora, N. F. *33*, 56–68 (1938); Biol. Cbl. *59*, 274–288, 409–442 (1939).

[2] E. ROUSCHAL und S. STRUGGER, Ber. schweiz. bot. Ges. *58*, 50–69 (1940).

spiration usw. wieder ausgeschieden und reichern sich an der Blattoberfläche als Transpirationsrückstand an. Der Turgor und mit ihm die Straffheit (die Turgeszenz) der Blattgewebe usw. kommt dadurch zustande, daß der Inhalt jeder Zelle mitsamt seinen osmotisch wirksamen Substanzen allseitig an eine wässerige Lösung grenzt, den Transpirationsstrom, der in den Gefäßen aus dem Wurzelwerk aufsteigt und sich durch die Zellwände auf die Gewebe verteilt; als *osmotisch aktive Grenzschicht* zwischen den beiden Phasen wirken die semipermeabeln Plasmagrenzschichten.

Wenn nun durch das Lycomarasmin die osmotischen Eigenschaften der Plasmagrenzschichten zerstört werden, *so fallen die physikalisch-chemischen Voraussetzungen des Turgors dahin:* das pathologische «Welken» (der Turgeszenzverlust der Gewebe) hebt an und führt mit der Zeit zum allgemeinen Kollaps. *Der entscheidende Schritt beim toxigenen Welken liegt somit in der Zerstörung der Semipermeabilität der Plasmagrenzschichten,* so daß diese osmotisch unwirksam werden.

Die Außerbetriebsetzung der semipermeabeln Plasmagrenzschichten hat offenbar neben dieser hauptsächlichen Konsequenz, daß der *Mechanismus des Turgors* nicht mehr spielt, noch eine beiläufige Folge, daß nämlich *Zellsaft* (wie die Anthozyane usw. im Modellversuch) durch die inaktivierten Plasmagrenzschichten aus dem Zellinnern in den Transpirationsstrom der Zellwände hinaustritt und hier zu einem *vorübergehenden Überangebot an Feuchtigkeit* führt. Die oben geschilderte Übersteigerung der Wasserabgabe nach Ablauf der Schockphase wäre somit, wie das pathologische Welken selbst, eine *Folge* der Störung der Semipermeabilität der Plasmagrenzschichten.

Das toxigene Welken unterscheidet sich also nach unserer Auffassung vom physiologischen Welken dadurch, daß bei ihm das allfällig bestehende Wasserdefizit *nicht* den Ausschlag gibt; es bildet *nicht die Ursache* des pathologischen Welkens, sondern ist, wie dieses, eine Folge der Inaktivierung der Plasmagrenzschichten.

Weil aber das toxigene Welken *nicht* auf dem eventuell vorhandenen Wassermangel, sondern auf einer Inaktivierung der semipermeabeln Grenzschichten beruht, so wird verständlich, warum es, im Gegensatz zum physiologischen Welken, *irreversibel* ist. Der Wasser*mangel* läßt sich wieder beheben; die Zerstörung der Semipermeabilität kann dagegen nicht mehr rückgängig gemacht werden. In einer spätern Arbeit werden wir überdies (im Zusammenhang mit der Frage über die minimale wirksame Dosis) zeigen, daß es genügt, eine Tomatenpflanze eine *Viertelstunde* in eine 10^{-3}-Mol-Lycomarasminlösung zu stellen und sie dann gleich wieder in Wasser zurückzubringen; *auch dann welkt sie,* also trotz des dauernden *Wasser*nachschubes, eben deshalb, weil nunmehr durch die Zerstörung der Semipermeabilität ihrer Plasmagrenzschichten ihr osmotischer Mechanismus ausgeschaltet ist.

Auf dieser Grundlage können wir die Deutung der Fig. 4 (10^{-4} Mol Lycomarasmin) versuchen. Der Giftzusatz führt auch in diesem Falle zu einer (schwachen) Schockwirkung, auf die vorübergehend ein unregelmäßiger Anstieg der Wasseraufnahme und der Wasserabgabe folgt; da die letztere auf die Dauer überwiegt, so sinkt das Frischgewicht der Versuchspflanze im Laufe des Versuches von 52,34 auf 45,54 g; sie verliert somit (bei einem Trockengewicht von 7,80 g) *volle 15%* ihrer ursprünglichen Feuchtigkeit. Dennoch ist sie am Schluß des Versuches, *nach 48 Stunden, noch vollkommen frisch und turgeszent.* Wir ersehen daraus erneut, daß es im Falle der Fig. 2 nicht der Wasserverlust von 2,2 g sein konnte, der das pathologische Welken der Versuchspflanze bedingte.

Das Lycomarasmin löst somit in der Verdünnung von 10^{-4} Mol *keine grobsinnlichen Welkesymptome* mehr aus, sondern nur noch eine *Störung der Wasserbilanz.* Wir möchten dies durch die Annahme erklären, daß es in dieser starken Verdünnung bloß die Durchlässigkeit der äußern Plasmagrenzschicht für *Wasser* aufhebt, nicht aber für Kohlehydrate usw.; deshalb kann *Wasser* aus dem Zellsaft in die Zellwände hinaustreten, wegtranspiriert werden und dadurch zu einer dauernden Gewichtsabnahme der Versuchspflanzen führen, während im übrigen der osmotische Mechanismus, z. B. die Semipermeabilität der Plasmahaut für Zucker und Salze, weiterspielt; die Voraussetzungen der Turgeszenz werden infolgedessen nicht wesentlich verändert, und das pathologische Welken bleibt aus.

Wir möchten also eine *differenzierte Wirkung* des Lycomarasmins je nach der angewandten Dosis vermuten: nur eine Schädigung, nicht eine Zerstörung der äußern Plasmagrenzschicht bei schwachen Dosen, so daß bloß ihre Durchlässigkeit für *Wasser,* nicht für die osmotisch wirksamen Substanzen, ausgeschaltet wird. Ein direkter Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung könnte erbracht werden, wenn es gelänge, im Falle der Fig. 2 und 3 zur Zeit des Auftretens der ersten Krankheitssymptome *Zucker* usw. im Transpirationsrückstand an der Blattoberfläche mikrochemisch nachzuweisen, wogegen diese Stoffe im Falle der Fig. 4 fehlen müßten. Wir werden prüfen, ob dieser Nachweis technisch möglich ist.

Selbstverständlich ist mit diesen Ergebnissen das physiologische Problem der infektiösen Welkekrankheiten noch nicht gelöst; so muß der Nachweis erst noch erbracht werden, daß Lycomarasmin wirklich von den in den Tomatenwurzeln wuchernden Pilzhyphen erzeugt und ausgeschieden wird, und zwar in hinreichender Menge, um die in Frage stehenden Krankheitssymptome in die Wege zu leiten. Dennoch dürften die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß das parasitogene Welken höchstwahrscheinlich nicht auf einer direkten Störung des *Wasserhaushaltes* der befallenen Pflanzen beruht (wie dies unter dem Eindruck des

Wortes «Welken» stets vermutet wurde), sondern auf einer *Störung der Semipermeabilität der Plasmagrenzschichten.*

Anderseits lassen unsere Ergebnisse einige Zweifel an der Richtigkeit der Vorstellung aufkommen, wonach es ausschließlich der durch die Verdunstung gesteuerte Kohäsionszug sei, der das Wasser in den Leitungsbahnen hebt und in den Zellwänden weiterführt. Falls diese Vorgänge ausschließlich auf mechanischen Grundlagen ruhten, so wäre schwer zu verstehen, warum die Wasseraufnahme und mit ihr der Wassernachschub trotz gleichbleibender äußerer Verhältnisse dauernd absinkt, nachdem die Protoplasten vergiftet (Fig. 2 und 3) bzw. geschädigt (Fig. 4) worden sind. Vielleicht sind die Protoplasten der Zellen des Blattgewebes an der Wasserbewegung doch nicht ganz so unbeteiligt, wie dies nach den Arbeiten von Strugger und Rouschal den Anschein haben mag.

Die vorliegende Arbeit wurde mit einem Beitrag aus den Arbeitsbeschaffungskrediten des Eidg. Militärdepartements unterstützt, dem wir auch hier unsern Dank abstatten.

Summary

Lycomarasmin is a plasma poison produced by *Fusarium lycopersici* Sacc., the pathogen of tomato wilt. In a dilution of 10^{-2} and 10^{-3} mol it causes a pathological wilting of tomato plants and usually disturbs their water balance; in a dilution of 10^{-4} mol it only disturbs the latter.

In the present paper, we develop the theory that in sufficient concentration lycomarasmin damages or destroys the *semipermeability* of the plasma boundary layer.

In a dilution of 10^{-2} and 10^{-3} mol of lycomarasmin the semipermeability of the plasma membranes is *completely* destroyed. Thus on the one hand the conditions for osmotic pressure disappear and irreversible pathological wilting appears, and on the other hand cellular fluid passes into the transpiration current of the cell-membrane and leads to a momentary excess humidity, particularly in the leaf-tissues, and thus also to a momentary *excess transpiration.*

The water-deficit regularly observed in wilt-literature is therefore not the cause of pathological wilting but, just as the wilting itself, a consequence of the distruction of the semipermeability of the plasma boundary layer.

In a dilution of 10^{-4} mol lycomarasmin apparently only affects the permeability of the exterior plasma boundary layer for *water*, but not for sugars etc. Therefore it only produces an excess of fluid in the leaf tissues and thus an excess transpiration, but no definite inactivation of the plasma membrane and therefore also no pathological wilt.

Communications provisoires - Vorläufige Mitteilungen
Comunicazioni preliminari - Preliminary reports

Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. – Für die vorläufigen Mitteilungen ist ausschließlich der Autor verantwortlich. – Per le comunicazioni preliminari è responsabile solo l'autore. – The Editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

Auslöschung der koronalen [FeX]3 $s^2\,3p^5\,{}^2P_{½}-{}^2P_{1½}$-Strahlung (6374 Å) durch Protuberanzen

In den vergangenen Jahren konnte immer wieder die Beobachtung gemacht werden, daß die rote Koronalinie 6374,5 A im Gebiet stationärer Protuberanzen (Filamente) eine Intensitätsverminderung zeigt, oft sogar eine völlige Auslöschung. 24 im Jahre 1943 beobachtete stationäre Protuberanzen wurden nach ihrer heliographischen Breite in vier Gruppen eingeteilt; die erste enthielt 4 Fälle zwischen $+40^0$ und $+43^0$, die zweite 12 Fälle zwischen $+24^0$ und $+37^0$, die dritte 4 Fälle zwischen -26^0 und -39^0 und die vierte 4 Fälle zwischen -45^0 und -54^0. Die mittleren Breiten dieser vier Gruppen betragen $+42^0$, $+31^0$, -33^0, -50^0. In Tab. 1 sind die mittleren Intensitäten I der Koronalinie 6374 Å für die Positionen der Protuberanzen mitgeteilt, ferner die Intensitäten in Abständen von $\pm 5^0$ bis $\pm 20^0$ von denselben. In allen vier Gruppen ist dem allgemeinen Intensitätsabfall mit zunehmender heliographischer Breite φ (gegen die Pole hin) ein Intensitätsminimum an der Stelle der Protuberanz überlagert. Dieser Effekt kommt vermutlich dadurch zustande, daß eine kurzwellige Protuberanzenstrahlung das metastabile Ausgangsniveau der Linie 6374 Å entvölkert.

Tabelle 1

Die Intensitätsvariation der roten Koronalinie 6374 Å in der Umgebung von Protuberanzen

Gruppe 1	φ	+ 22	+ 27	+ 32	+ 37	+ 42	+ 47	+ 52	+ 57	+ 62
	I	24	23	17	12	8	9	9	6	5
Gruppe 2	φ	+ 11	+ 16	+ 21	+ 26	+ 31	+ 36	+ 41	+ 46	+ 51
	I	26	22	20	15	11	14	15	13	10
Gruppe 3	φ	− 13	− 18	− 23	− 28	− 33	− 38	− 43	− 48	− 53
	I	25	24	23	19	16	18	20	20	17
Gruppe 4	φ	− 30	− 35	− 40	− 45	− 50	− 55	− 60	− 65	− 70
	I	24	14	7	5	4	7	9	8	4

Ausführliche Publikation erscheint in den Astronomischen Mitteilungen der Eidg. Sternwarte Zürich.

M. WALDMEIER

Astrophysikalisches Observatorium der Eidg. Sternwarte, Arosa, den 8. Mai 1946.

Summary

It is shown that the intensity of the red coronal line 6374 Å is diminished in the regions of the stationary solar prominences.

Contribution à l'étude du phénomène d'imbibition capillaire

(I.)

Détermination du volume total des porosités et de la densité réelle des substances poreuses. Définition d'un indice de porosité.

En étudiant le pouvoir de pénétration de différents liquides dans les corps poreux, j'ai démontré (Thèse Doctorat Chimie, Université Montpellier, novembre 1944) l'existence de la relation suivante

$$V = a - b \cdot s \qquad (1)$$

où V est le volume de liquide imbibé par g de substance, lorsque l'état d'équilibre est atteint, la substance poreuse étant plongée dans le liquide; s est la tension superficielle du liquide au contact de l'air; a et b sont des constantes qui dépendent de l'état physique du corps poreux (porosité).

Cette relation a été vérifiée sur un certain nombre de corps comme, notamment, le verre fritté, le fer fritté, le graphite, le ciment, etc., avec des liquides de différentes tensions superficielles, comme l'acétone, l'alcool éthylique, méthylique, le benzène, l'eau etc.

La relation (1) montre qu'un liquide imbibe d'autant plus complètement la substance poreuse, que sa tension superficielle est plus faible, toutes choses étant égales par ailleurs; à l'aide d'une hypothèse, vérifiée par l'expérience, elle permet d'évaluer le volume réel, et partant, la densité réelle du corps poreux. En effet, nous pouvons admettre qu'un liquide hypothétique, dont $s = 0$ (tension superficielle nulle) remplirait complètement les porosités de la substance poreuse (en relation avec la surface externe). Si, par conséquent, nous faisons $s = 0$, la relation (1) devient

$$V = a .$$

La constante a représente donc le volume total des pores de la substance poreuse. Connaissant a (déterminé expérimentalement) *on calculera facilement la densité réelle* — ce qui constitue, en même temps, un moyen commode de vérifier l'hypothèse énoncée plus haut.

La détermination de a
La densité réelle de la substance poreuse

Le corps poreux, plongé dans le liquide d'imbibition, est suspendu au fléau d'une balance de précision. On détermine le poids apparent du corps poreux (tenant compte de la poussée du liquide) lorsque l'équilibre est atteint (valeur constante); on en déduit V, connaissant la densité du liquide. En répétant cette expérience avec différents liquides, dont on mesure les tensions superficielles, on obtient une série de valeurs pour V qui vérifient bien la relation (1).

Le volume réel du corps poreux s'obtient immédiatement lorsqu'on déduit le volume total des pores (a) du volume apparent (déterminé par exemple dans du mercure).

Exemples numériques

A. — Un morceau de verre fritté est suspendu dans différents liquides pour déterminer son équation d'imbibition. On trouve (en unités C.G.S.)

$$V = 0{,}39 - 0{,}0045 \cdot s$$

sa masse = 1,173
son volume apparent = 0,914
son volume réelle est donc
0,914 − 0,390 = 0,524,
d'où sa densité $d = 2{,}24$ [1].

B. — On détermine de la même manière l'équation d'imbibition d'un graphite d'électrodes, qui donne

$a = 0{,}225$
masse = 1,56
volume apparent = 0,93,
d'où densité réelle = 2,45.

Définition d'un indice de porosité

La relation (1) permet également de caractériser la finesse des pores et d'affecter ainsi le corps poreux d'un indice caractéristique.

Considérons un tube capillaire de diamètre $2r$ et de capacité v_0. Soient: p la pression initiale (= 1 atm) du gaz contenu initialement dans le capillaire, P la pression de ce même gaz lorsque l'équilibre statique d'imbibition est atteint, et v le volume occupé alors par le liquide.

Nous pouvons écrire:

$$P = v_0 \cdot p/(v_0 - v) \text{ et } P - p = v \cdot p/(v_0 - v) .$$

Lorsque l'équilibre est atteint, on a

$$2\pi r s \cdot \cos\vartheta = 2\pi r \cdot I = (P - p)\pi r^2$$

où I est la différence entre les tensions interfaciales solide/gaz et solide/liquide, et $\cos\vartheta$ le cosinus de l'angle de contact.

D'où finalement:

$$2s \cdot \cos\vartheta = (P - p)r = vpr/(v_0 - v) .$$

Or:

$$v/(v_0 - v) = V/(a - V) .$$

Par conséquent (en supposant que tous les pores de la substance poreuse ont le même diamètre) nous pourrons écrire:

$$2s \cdot \cos\vartheta = 2 \cdot I = Vpr/(a - V) .$$

Donc, pour un même corps poreux et un même liquide (même I et même volume total des pores a), V varie en sens inverse de r, c'est-à-dire la constante b de la relation (1) est d'autant plus petite que r est plus faible. Par conséquent, b caractérise la finesse de la porosité.

Pour définir l'indice de porosité (n), on rapportera b au volume total des pores.

$$n = b/a$$

Voici quelques valeurs numériques:

verre fritté	$n = 0{,}0115$
graphite	$n = 0{,}0126$
brique	$n = 0{,}0117$.

O. I. GINIEWSKI

Department of Biological and Colloidal Chemistry, The Hebrew University, Jerusalem, March 20, 1946.

[1] Il s'agit bien de la densité d'un verre.

Summary

The real density of a porous matter is determined by means of the equation $V = a - b \cdot s$, where V is the volume of imbibition, related to the surface tension (s) of the liquid, while "a" and "b" are experimental coefficients. The examination of this equation led to the conclusion that "a" represents the total porous volume, while "b" is a function of the mean porous radius. The knowledge of the equation related to a given substance, allows to calculate immediately the real density.

Furthermore the ratio b/a defines a characteristic porosity index.

Gynergen und Penicillin als Antibiotika

Die Erkrankung der Hornhaut an *Herpes simplex* (febrilis) ist in ihrer leichten Form eine sehr lästige, in ihrer schweren Form eine für das Auge gefährliche Viruskrankheit. Vieles spricht für die intrazelluläre (endogene) Bildung des Virus (Elementarkörperchen), welche Auffassung keine Beeinträchtigung der Tatsache bedeutet, daß sich Herpesvirus vom Menschen auf das Tier und vom Tier auf den Menschen übertragen läßt. Entstehung und Heilung der Herpeskrankheit ist eine Angelegenheit des Zellchemismus[1, 2].

Zum erstenmal fiel mir, als eine Nebenbeobachtung, die Heilwirkung des Gynergen Sandoz auf Herpes simplex auf, anläßlich einer Untersuchungsreihe mit Sulfanilamidsalbe[3].

In der Regel heilt *frische* Erkrankung des Hornhaut*epithels* an Herpes simplex durch Einnehmen von 4—6 mg Ergotamintartrat täglich (4—6 Tabletten Gynergen Sandoz) in durchschnittlich vier Tagen; ohne Gynergen beansprucht die Heilung wesentlich mehr Zeit. Das klinische Bild des Krankheitsverlaufs scheint mir durch den Grad des Erregungszustandes des Orthosympathikus stark beeinflußt zu sein[4].

Neuestens habe ich Gynergenlösung, 1 cm³ = 0,5 mg Ergotamintartrat, direkt auf die herpetischen Stellen im Hornhautepithel gebracht, mit gutem Erfolg. Weitere Anwendung dieser Therapie wird lehren, ob die direkte Applikation der Gynergenlösung auf das herpetisch erkrankte Epithel die enterale oder parenterale Darreichung mit gleich gutem Erfolg ablösen kann.

Faßt man das Ergotamintartrat Stoll (Gynergen Sandoz) wie das Penicillin als ein Antibiotikum auf, mit der Fähigkeit, den Zellchemismus beeinflussen zu können, dann dürfte man dem Gynergen die Eigenschaft zubilligen, die intrazelluläre (endogene) Herpesbildung hemmen zu können. Nach heutiger Auffassung hat das Penicillin diese Eigenschaft Virusstoffen gegenüber nicht.

Zwischen beiden Stoffen bestehen gewisse chemische Berührungspunkte[5, 6]. Wichtiger erscheint mir die biologische Verwandtschaft. Beide Stoffe verdanken ihre Entstehung Pilzen ein und derselben Reihe: den Askomyzeten. Der Pilz *Penicillium notatum*, aus dem das Penicillin gewonnen wird, gehört in dieser Reihe zur Gruppe der *Plectascales* (*Euascomycetes*). Der Pilz *Claviceps purpurea*, dem wir das Ergotamintartrat Stoll verdanken, steht in der Gruppe der *Pyrenomycetes* (*Euascomycetes*).

Da die biologische Verwandtschaft beider Stoffe (und beider Pilze) eine nahe ist und sie chemische Berührungspunkte haben, darf man beim Gynergen, so wie es beim Penicillin geschah, nach antibiotischen Eigenschaften forschen. Beim Penicillin richten sich diese gegen Bakterien, beim Gynergen mit Wahrscheinlichkeit gegen Virusarten. Bei zwei Viruskrankheiten hat Gynergen Sandoz in vielen Fällen seine therapeutische Wirksamkeit schon bewiesen: beim Herpes zoster[1] und beim Herpes simplex[2].

R. Birkhäuser

Basel, den 15. April 1946.

Summary

Herpes corneæ simplex (febrilis) is a virus disease. In 1942 the author found out that the purely epithelial forms of Herpes corneæ are cured on an average within four days, if the patients took 4—5 milligrams of «Gynergen Sandoz» (Ergotamin-tartrate Stoll) a day. According to the newest observations fresh Herpes corneæ can also be cured through rinsing with a solution of 0·5 mg of Gynergen (2 cm³ a day).

The development of the Herpes disease and its cure is a chemical process of the cells, which, according to the author, is influenced by Gynergen. — Ergotamin is won out of *secale cornutum*, which owes its origin to the fungus *Claviceps purpurea*. This fungus together with the *Penicillium notatum* belongs to the *Ascomycetes* group. Both are biologically related and their substance has chemical points of contact. — With respect to bacteria, Penicillin is antibiotic, the author presumes antibiotical properties against Herpes in Ergotamin (Gynergen Sandoz), the study of which he suggests should be gone into more thoroughly. With two different viruses Gynergen Sandoz has been known to bring about a cure in many cases: namely Herpes zoster ophthalmicus, and Herpes corneæ simplex (febrilis).

[1] V. Friis, Übersetzung aus Ugeskrift for Laeger, *102*, 43 (1940) (Bei Sandoz AG.)

[2] Rudolf Birkhäuser, Schweiz. Ophthalm. Ges. 1942; Schweiz. med. Wschr. *34*, 33 (1943); Ophthalmologica *106*, 214 (1943).

[1] Doerr und Hallauer, Handbuch der Virusforschung, Band 1 und 2 und 1. Ergänzungsband, Springer, Wien 1938—1944.

[2] Levaditi: Précis de virologie médicale, Masson, Paris 1945.

[3] Rudolf Birkhäuser, Praxis, *5*, 2 (1942).

[4] Rudolf Birkhäuser, Schweiz. Ophthalm. Ges. 1942; Schweiz. med. Wschr. *34*, 33 (1943); Ophthalmologica, *106*, 214 (1943).

[5] A. Wettstein, Über Penicillin, Ciba AG., Basel 1946.

[6] Arthur Stoll, Helv. chim. acta, *28*, 1283 (1945).

Über Beziehungen der Molekülgröße und -gestalt zur physiologischen Wirkung

Aus klinischer Notwendigkeit und angeregt durch die Arbeiten von Chargaff[1] und besonders Karrer[2] haben wir den Aufbau halbsynthetischer Antikoagulantia durch Sulfurierung hochmolekularer Kohlehydrate und anderer polymerer Produkte aufgenommen. Dabei war wichtig, zu wissen, ob eine Beziehung zwischen Molekülgröße bzw. -gestalt und physiologischer Wirksamkeit bestünde. Karrer, der einzige, der bisher bezüglich der genannten Produkte in dieser Richtung vorstieß, sieht bei sulfurierten Kohlehydraten bzw. Kohlehydratderivaten keinen sicheren Zusammenhang zwischen Wirksamkeit und Viskosität. Wir selbst haben zur Klärung dieser Frage polymerhomologe Reihen sulfurierter Hexosane, Pentosane und von Polyvinylalkoholen hergestellt und die Wirkung dieser Stoffe, die einen sehr unterschiedlichen, aber wohl definierten Polymeri-

[1] Chargaff, Bancroft and Stanley-Brown, J. biol. Chem. *115*, 148, 155 (1936).

[2] Karrer, König und Usteri, Helv. chim. acta *26*, 1296 (1943).

sationsgrad hatten, auf die Gerinnung des rekalzifizierten Menschenplasmas *in vitro* untersucht. Da wir einen beachtlichen hemmenden Effekt der genannten Antikoagulantia auf die Hitzekoagulation des Menschenplasmas sowie auf die Milchgerinnung sahen, wurden auch diese einbezogen. Neben der Toxizitätsfrage wurde lich mit diesem wächst (Kol. 8). Gleiches gilt für die polymerhomologe Reihe sulfurierter Polyvinylalkohole (Kol. 2 und 7). Analog dem antikoagulierenden Effekt zeigt sich auch ein hemmender Effekt auf die Milchgerinnung, der mit zunehmender Molekülgröße schwindet (Kol. 6). Die sulfurierten Xylane, die sich hinsicht-

Kolonnen-Nr.				1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Verestertes Präparat	Schwefelgehalt in %	Durchschnittlicher Polymerisationsgrad	Molekülform	Verlängerung der Blutgerinnungszeit *in vitro* um %				Verlängerung der Hitzekoagulationszeit des Plasmas bei 90° um % (10 mg/ml)	Hemmung der Milchgerinnung (2 mg/ml)	*Dosis let. min.* in mg intravenös pro kg Kaninchen	Antikomplementäre Wirkung. Hemmende Dosis in γ pro ml Komplement
				Konz. 12,5 γ/ml	Konz. 7,5 γ/ml	Konz. 7,5 γ/ml	Konz. 4,5 γ/ml				
Zellulose aus Baumwolle	17,18	49	Faden	733		142		566	+ + +	über 60	8
Zellulose aus Baumwolle	19,2	132	Faden	400						30	
Zellulose aus Baumwolle	17,1	692	Faden	298						3	8
Amylose	17,6	224	Faden			73			+		80
Stärke abgebaut	17,9	29	verzweigt			125		366	+ + +		
Amylopectin	17,6	172	verzweigt			89			+		80
Glykogen abgebaut	17,2		Sphärokolloid			42		330	+		80
Glykogen hochmolekular	17,2		Sphärokolloid			−13					
Xylan	17,1	23	Faden				< 2300				
Xylan	17,3	24	Faden				< 2300	277	+ + +		
Xylan	17,5	28	Faden				< 2300		+ + +		80
Xylan	16,3	52	Faden				217		+		
Polyvinylalkohol	20,1	294	Faden		517			255	+ +	< 30	80
Polyvinylalkohol	18,42	522	Faden		180				+		80
Polyvinylalkohol	21,65	945	Faden		153				(+)	> 30	80
(Liquoid) Polyanethol		?	Faden ?					900	+		80
Heparin	12,5		Faden ?					−20	(+)		8000

schließlich die antikomplementäre Wirkung geprüft, da nach ECKER und PILLEMER[1] sulfurierte Zellulosen und Polyvinylalkohole antikomplementär wirken sollen.

In der obigen Tabelle gehören Auswertungszahlen je einer Kolonne (1–8) zusammen, da sie in demselben Test gewonnen sind. Aus den aufgeführten Werten, die nur ein Beispiel für viele sind, läßt sich klar erkennen, daß bei sulfurierten Zellulosen die antikoagulierende Wirkung im reziproken Verhältnis zum Polymerisationsgrad steht (Kol. 1), während die Toxizität ganz erheb-

lich ihres gerinnungshemmenden Effektes allen anderen Substanzen überlegen zeigen, weisen ähnliche Verhältnisse auf (Kol. 4 und 6).

Die Beziehungen zwischen Molekül*gestalt* und Wirksamkeit sind aus Kolonne 3 schön ersichtlich. Hinsichtlich der Blutgerinnung sind Fadenmoleküle weitaus am wirksamsten, während bei verzweigten Molekülen die Wirksamkeit wesentlich geringer ist, um bei Sphärokolloiden fast zu verschwinden. Sehr große Kugelmoleküle wirken sogar gerinnungsfördernd.

In analoger Weise wurde die Wirkung dieser Präparate auf das weiße Blutbild nach dem Vorgang von STAUB

[1] ECKER und PILLEMER, J. Immun. *40*, 81, 89 (1941).

und Bucher[1] untersucht. Es ergab sich, daß beim Kaninchen intravenöse Gaben von 2,5 mg/kg sulfurierter Zellulose vom Polymerisationsgrad 692 zu einer schnell einsetzenden Leukopenie mit Hyperleukozytose nach 60 Minuten führen, während ein kleines Spaltstück vom Polymerisationsgrad 12 unter den genannten Bedingungen jede Wirkung auf das weiße Blutbild vermissen läßt, ein Befund, der sich zwanglos in den Rahmen der übrigen einfügt.

Bei der Hemmung der Hitzekoagulation des Eiweißes sind die Verhältnisse weniger klar, während die antikomplementäre Wirkung der genannten Substanzen keine Beziehung zur Molekülgröße und -gestalt zeigt. Heparin hat bei einer 100mal schwächeren antikomplementären Wirkung keinen Effekt auf die Hitzekoagulation und sehr wenig auf die Milchgerinnung, so daß schon aus diesem Befund den aufgeführten halbsynthetischen Antikoagulantien ein anderer Wirkungsmechanismus zugeschrieben werden muß als dem Heparin.

K. N. von Kaulla und E. Husemann

Chirurgische Klinik und makromolekulare Forschungsabteilung des Chemischen Laboratoriums der Universität Freiburg i. Br., den 1. April 1946.

Summary

The behaviour of sulphurated high molecular carbohydrates and similar compounds shows that certain physiological properties (anticoagulation, tolerance depend not only on the size of the molecule but also on its structure. Toxic properties increase but anticoagulation action decreases with the size of the molecule. Thread-like molecules are more effective than spherocolloids. Differences in size and structure of the molecule have no influence on other effects.

[1] Staub und Bucher, Schweiz. med. Wschr. 904 (1943).

Die Überwinterung des Erregers der Bitterfäule

Die Bitterfäule der Kirschen, seltener der Pflaumen und Äpfel, wird durch den Pilz *Gloeosporium fructigenum* Berk. verursacht. Die Krankheit führt, wie ihr Name sagt, zu einer geschmacklichen Veränderung des Fruchtfleisches; sie ist zwar für unser Land nicht neu, flammte jedoch im Jahre 1939 neu auf und vermindert seither als zyklische, progressive Epidemie in den Hauptkirschengebieten der deutschen Schweiz den Ertrag um 50–70%.

Typisch für diese Kirschenfäule sind die ungeheure Plötzlichkeit ihres Auftretens und ihre erstaunlich schnelle Ausbreitung über die Früchte eines ganzen Baumes. Um diese beiden Tatsachen zu erklären, haben wir versucht, die Infektkette des *Gloeosporium fructigenum* auf seinem Hauptwirt, dem Kirschbaum, kennenzulernen. Wir fragen uns: Ist die *Infektkette* dieses Erregers *homogen* (d. h. ist er wirtstreu), *heterogen* (wirtswechselnd), *diskontinuierlich* oder *kontinuierlich* (d. h. kann er saprophytische Phasen überstehen oder nicht)?

Die Primärinfektion erfolgt durch die *Frucht* entweder direkt durch die Epidermis oder durch die Spaltöffnungen geröteter und weich gewordener Kirschen. Infolge Verletzung der Epidermis wird die Transpiration erhöht; die Kirschenhaut, übersät von unzähligen Acervuli («Pusteln»), aus denen rosaroter Sporenschleim in Menge hervorbricht, legt sich in Falten und schrumpft mit dem Fruchtfleisch bis auf den Stein zusammen. Wenn dieses unverkennbare Krankheitsbild erreicht ist (anfangs August), beginnt die *Fruchtstielinfektion*. Der Pilz wächst rückwärts in den Baum hinunter und verbreitet sich rasch in den jungen *Zweigen*, die im nächsten Frühjahr ein spärlicheres Blühen zeigen.

Nach diesem zweiten *Organwechsel* scheint die Infektkette abzureißen; denn noch nie wurden Fruktifikationsreservoire, wie Perithezien (Hauptfruchtform) oder

Infizierte Knospenschuppen auf Friskokirschen.

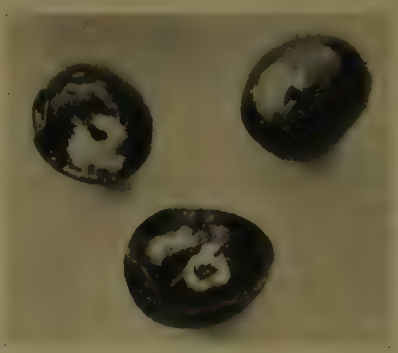


Fig. 1. Natürliche Größe.

Fig. 2. Vergrößert 2:1.

Acervuli (Nebenfruchtform), die die gewaltige Streuung des Erregers für die nächste Vegetationsperiode sichern würden, auf oder in Zweigen gefunden. Die Streuung zur Reifezeit der Kirschen muß also von einem andern Organ oder von einem noch unbekannten Nebenwirt ausgehen. Diese Auffassung wird durch den folgenden Versuch gestützt, der einen *dritten* Organwechsel aufdeckte.

Legt man nämlich sorgfältig abgetrennte, sterilisierte Knospenschuppen oder kleine Zweigstücke, die von sichtlich gehemmten Astpartien stammen, im Herbst *oder* im Frühling in Feuchtschalen auf mit Sublimat ($1^0/_{00}$) und sterilem Wasser gewaschene Friskokirschen, so wächst im Verlaufe von ein bis zwei Wochen das hellgraue Myzel von *Gloeosporium fructigenum* aus den Geweben der Schuppen oder der Zweigstücke heraus und macht die darunterliegende Kirsche *bitterfaul* (Fig. 1 und 2).

Da die Knospenschuppen, wie die Kirschen, vorher mit Sublimat und sterilem Wasser desinfiziert wurden, vegetiert der Pilz nicht *äußerlich* auf der Epidermis oder Kutikula, sondern wuchert *intramatrikal* (Fig. 3 und 4; Tabelle 1).

Das Myzel von *Gloeosporium fructigenum* kann also nicht nur parasitisch in Zweigen überwintern, sondern auch parasitisch in *Knospenschuppen*. Dieses letztere

Fig. 3.

Fig. 3 und 4. Tangentiale Paraffinschnitte durch eine äußere, kutinisierte Knospenschuppe. Färbung: Hämatoxylin Heidenhain. Die Hyphen des Erregers sind schwarz gehalten. Vergrößert 200.

Fig. 4.

Organ, das bis zur Kirschenernte an der Stielbasis verbleibt, ermöglicht somit die Überwinterung und mutmaßlicherweise die neue Ausstreuung des Pilzes. Ferner

Tabelle 1

Der Einfluß der Sterilisationsdauer auf den Erfolg der Isolierungsversuche

Sterilisationsdauer der Knospenschuppen in Minuten (1‰ Sublimat)	*Gloeosporium*befall in % (Durchschnitt von 4 Schalen zu 18 Kirschen)
1	29,42
5	49,90
10	43,02

ist aus diesem Ergebnis zu schließen, daß die chemische Bekämpfung dieser Krankheit mit enormen Schwierigkeiten wird rechnen müssen.

In Beantwortung der am Anfang gestellten Fragen können wir somit sagen, daß die Bitterfäule der Kirschen dem Beispiel einer *homogenen, kontinuierlichen Infektkette* folgt.

Auf welchem Wege aber dem Pilz die Knospeninfektion gelingt, ob vom Zweige her oder direkt durch mechanische Perforation der Schuppenkutikula, wird noch zu untersuchen sein.

Erika Böhni

Institut für spezielle Botanik der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich, den 2. Mai 1946.

Summary

The cycle assuring infection of the fungus *Glœosporium fructigenum* Berk. causing bitter-rot of cherries, rarely of apples and plums in Switzerland, is herewith discussed. The buds' raments on cherry-trees are discovered as new part of the cycle; the fungus can pass the winter in them as a parasit, just as it does in twigs. Probably the fungus begins to spread from the buds' raments in the following year.

Compte rendu des publications - Bücherbesprechungen Recensioni - Reviews

Mitteilungen aus dem Geodätischen Institut der ETH. Zürich

Heft Nr. 1

Genauigkeitsuntersuchungen über die rhythmischen Radiozeitzeichen der Station Rugby

Von Dipl.-Ing. K. Weissmann

Versuche über Lufttriangulation mit Filmen und Statoskop am Wild-Autographen A_5

Von Dipl.-Ing. Arturo Pastorelli und Dipl.-Ing. Theodor Blachut

Das Geodätische Institut der ETH. Zürich (Vorsteher Prof. Dr. C. F. Baeschlin) gibt erstmals seine «Mitteilungen» heraus, um eine weitere Öffentlichkeit in zwangloser Folge über die Institutsarbeiten zu orientieren. Die Untersuchungen von K. Weißmann über die Genauigkeit der Radiozeitzeichen der Station Rugby zeigen, daß auch in Unkenntnis der technischen Daten des verwendeten Zeitgebers in Rugby aus den vorhandenen Abweichungen in der Genauigkeit der rhythmischen Zeitzeichen Rückschlüsse auf die Art der verwendeten Apparatur gezogen werden können. Aus den sich innerhalb von 30 Schlägen des Zeitzeichens (innerhalb einer «Rugby-Periode») immer wiederholenden Abweichungen von der auf 0-Zeichen reduzierten Zeit und aus der Fourier-Analyse der Schwingungserscheinungen kann geschlossen werden, daß im Anfang der «Rugby-Perioden» durch eine unbekannte Störkraft komplizierte Schwingungen mit relativ starker Dämpfung erzwungen werden. Der Gang des Fehlers ist für die geraden und ungeraden Impulse charakteristisch und kann als Hinkerscheinung gedeutet werden, wie sie bei Pendeln mit Registrierung in beiden Schwingungsrichtungen bekannt ist. Die zuerst mit Schleifenoszillographen und Stimmgabel, später mit Kathodenstrahloszillographen und Quarzuhr durchgeführten Messungen zeigen vorzüglich, daß das Zeitzeichen der Station Rugby bei Messungen mit großen Genauigkeits-

anforderungen (Fehler kleiner als 10^{-3} sec) nur mit Vorsicht zu verwenden ist. Es wird auf prinzipielle Verbesserungsmöglichkeiten solcher Zeitgeber hingewiesen.

In der zweiten Arbeit des Heftes wird von A. Pastorelli und Th. Blachut über Versuche berichtet, an Stelle des bisher benützten Plattenmaterials für die Aerotriangulation und das Aeronivellement Film als Bildträger zu benutzen. Den konstruktiven Vorteilen (Vereinfachungen und Automatisierung der Fliegerkammer) stellt sich der Nachteil der unregelmäßigen Filmschrumpfung gegenüber. Diese wurde vorerst einer eingehenden Untersuchung unterzogen und nicht größer als der durch Kammer und Optik bedingte Auswertefehler befunden. Zur Erhöhung der Genauigkeit, besonders auch im Hinblick auf die Verwendung von Filmmaterial, wurde für die Ausgleichung der Aerotriangulation außer einem Anfangs- und Endpunkt noch ein zusätzlicher Punkt bekannter Horizontalkoordinaten und Höhe in der Mitte des Streifens angenommen. Die Aufnahmen wurden mit registrierten Statoskopangaben aufgenommen und im Wild-Autographen A_5 ausgewertet.

Unter Verwendung dieser und weiterer in allen Einzelheiten angegebenen Spezialmaßnahmen läßt sich die Genauigkeit des Verfahrens durchaus mit dem Plattenverfahren vergleichen und liefert wie dieses vorzügliche Resultate.

R. Stämpfli

Physical Chemistry of Cells and Tissues

By R. Höber. 676 pages
(The Blakiston Company, Philadelphia, Toronto 1945)
(Fr. 45.–)

Als die bekannte «physikalische Chemie der Zellen und Gewebe» von R. Höber erstmals um die Jahrhundertwende erschien, war es ein schmales Bändchen, das vorwiegend als Einführung in die Prinzipien der physikalischen Chemie für Biologen gedacht war, und das die physikochemische Arbeitsrichtung in der Biologie, die damals in ihren Anfängen stand, durch Jahrzehnte befruchtend beeinflußt hat. In den späteren Auflagen hat dann durch das sich ansammelnde Beobachtungsmaterial aus der physikochemischen Biologie selber der Umfang stetig zugenommen, so daß die letzte Auflage 1926 einen Band von beträchtlicher Dicke darstellte. Gleichzeitig war durch die gewaltige Ausdehnung des Arbeitsgebietes die Übersicht derart erschwert worden, daß Höber sich zur Bearbeitung einer neuen Auflage ohne Heranziehung von Mitarbeitern nicht mehr entschließen konnte. Der langgehegte Plan einer Neubearbeitung unter Aufteilung auf Spezialbearbeiter ist erst jetzt in Amerika verwirklicht worden, und die erste Auflage des neuen, gemeinsam mit vier amerikanischen Biologen verfaßten Werkes liegt nun vor.

Die ursprüngliche Anordnung, in der auf einen ersten rein physikochemischen Teil ein zweiter, die biologischen Forschungsergebnisse enthaltender folgte, ist bis zu einem gewissen Grade erhalten geblieben. Dem theoretischen Teil entspricht etwa der erste Abschnitt, «Angewandte Prinzipien der physikalischen Chemie», von D. B. Hitchcock, und der zweite Abschnitt von J. B. Bateman über «Hochmolekulare Substanzen». Der Hitchcocksche Beitrag bringt in klarer und übersichtlicher Darstellung biologisch wichtige Kapitel der physikalischen Chemie, wie Diffusion, Reaktionskinetik, Thermodynamik, elektrochemische Fragen (Konzentrationskette, p_H-Bestimmung, Membranpotentiale, Redoxpotentiale), osmotischer und kolloidosmotischer Druck und anderes. Der Charakter einer Einführung ist durch ausführliche Darstellung der elementaren Prinzipien gewahrt, trotzdem enthält der Abschnitt auch Auskünfte oder Hinweise betreffend speziellere Fragen, ferner wertvolle, auch ausführlichere, methodische Angaben, wie die einfache und elegante Bestimmung von Diffusionskoeffizienten nach Anson–Northrop–McBain.

Gedrängter ist die Darstellung im Batemanschen Beitrag über hochmolekulare Substanzen, in dem derjenige, der eine elementare Einführung sucht, größere Schwierigkeiten finden wird. Dafür ist der Rahmen recht weit gespannt, indem zum Beispiel einer allgemeinen grundsätzlichen Darstellung intermolekularer Kräfte ein eigener Abschnitt gewidmet ist, ferner ein Kapitel sich mit den Eigenschaften monomolekularer Filme und Membranen beschäftigt. Das reiche verarbeitete Material und die kritische Darstellung verrät enge Vertrautheit mit dem behandelten Gebiet.

Im biologischen Teil im engeren Sinne behandelt Höber selber zunächst in einem größeren Abschnitt ausführlich die Frage der Zellpermeabilität und der Struktur der Plasmamembran, in einem weiteren den Einfluß extrazellulärer Faktoren, wie Ionenmilieu, Narkosewirkungen, ferner elektrokinetische Fragen, Phasengrenzpotentiale und anderes. Die gewohnte meisterhaft anschauliche und flüssige Darstellung Höbers charakterisiert diese Abschnitte ebenso wie die Fülle des Beobachtungsmaterials, dessen Ansammlung in den letzten Jahrzehnten auf diesem Gebiet den Leser bei ihrem Studium beeindruckt. Neuartig und besonders reizvoll ist der letzte Abschnitt, in dem erstmalig eine Gesamtdarstellung der Frage des aktiven Substanztransports versucht wird. Hier findet man sekretorische Leistungen des Darms, der Nieren, der Haut und verschiedener Drüsen neben Akkumulationsvorgängen an Pflanzenzellen, wie Algen, Wurzelzellen, Speicherzellen, kurz, den Versuch einer «Physiologie der Sekretion». In klarer Weise wird die aktive Sekretionsleistung der Zellen abgegrenzt gegenüber Akkumulationserscheinungen, die durch verschiedene Arten von Gleichgewichten erklärbar sind; der Zellstoffwechsel als Energiequelle wird in seiner Bedeutung als Kriterium für die aktive Transportleistung dargestellt und kurz einige Möglichkeiten des Transportmechanismus skizziert. Man ist einmal mehr beeindruckt, wie sich Zweige entfernter Spezialgebiete wieder berühren und an den Berührungspunkten neue Gebiete der allgemeinen Zellphysiologie sich auftun. Der Inhalt dieses Abschnittes, der Neuland pflügt, ist besonders reich an Resultaten aus den eigenen Laboratorien des Verfassers.

Ein von W. O. Fenn bearbeiteter Abschnitt «Kontraktilität» ist in erster Linie der Muskelphysiologie gewidmet. Die Verdienste des Verfassers auf diesem Gebiet sind bekannt. Die gedankenreiche und scharfsinnige Darstellung gibt ein fesselndes Bild der Entwicklung dieses Gebietes, auf dem sich durch die neueren Entdeckungen über die Enzymnatur des Myosins zum erstenmal eine Pforte öffnet, die einen direkten Einblick in den Zusammenhang zwischen chemischer Energielieferung und spezifischer Zellfunktion verspricht. Die Aufnahme eines Abschnittes über Atmung von Zellen und Geweben, dessen Zugehörigkeit zum engeren Thema des Buchs man vielleicht in Zweifel ziehen könnte, rechtfertigt sich durch die vorzügliche Bearbeitung, die dieser Abschnitt durch D. R. Goddard erfahren hat. Gründlichste Durcharbeitung der Auswahl, Anordnung und Darstellung haben ein Bild geschaffen, das alle wichtigsten Züge enthält und das der Leser mit Spannung aufnimmt.

Wenn eine Frage gestellt werden darf, so wäre es vielleicht die, ob nicht die Bearbeitung der Erregungsleitung im Nerven, die ja die physikochemische Betrachtungsweise von jeher in besonderem Maß angeregt hat, in einem besonderen Abschnitt gerechtfertigt wäre.

Die Qualitäten des Werks, das eine seit langem schmerzlich empfundene Lücke wieder ausfüllt, werden ihm in kurzer Zeit den Platz sichern, den sein Vorgänger durch Jahrzehnte eingenommen hat.

W. WILBRANDT

Advances in Protein Chemistry

Edited by M. L. ANSON and J. T. EDSALL
Vol. 2, 443 pp.
(Academic Press, Inc. Publishers, New York 1945) ($ 6.50)

Die Reihe der elf Beiträge, welche den stattlichen Band füllen, beginnt mit einer Besprechung der analytischen Chemie der Proteine durch die englischen Forscher A. J. MARTIN, Wool Industries Research Association, und R. L. SYNGE, Lister Institute of Preventive Medicine. Wir geben absichtlich die Wirkungsstätten an, denn sie erweist, wie eiweiß-chemische Erkenntnisse mit technischer Problemstellung oft nutzbringend in den medizinischen Hilfswissenschaften und umgekehrt verwendet werden können. Als gegenwärtig genaueste analytische Methode (Fehlergrenze 1%) wird die von RITTENBERG und Mitarbeitern entwickelte «Isotope Dilution» bezeichnet. Dafür eignen sich N_{15}-haltige Aminosäuren besser als solche mit Deuterium. C_{13} wurde bisher nicht versucht. Neue chromatographische Methoden (TISELIUS, KARRER und Mitarbeiter) zur Auftrennung von Hydrolysaten von Clupein, Gelatine, Gramizidin, Myosin, Fibrin und andere, nehmen einen breiten Raum ein. Auf diese Weise hat CONSDEN in einem partiellen Hydrolysat von Wolle über 40 Substanzen feststellen können. P. CANNON (Chicago) bespricht die Abhängigkeit von Proteinstoffwechsel zur Antikörperproduktion und Resistenz gegen Infektion. Es wird deutlich, wie sehr unser Wissen gefördert wurde, seitdem die Beziehung von elektrophoretisch abgetrenntem γ-Globulin und dem Verlauf einer Infektion oder einer Hyperimmunisation bekannt geworden ist. Anschließend wird die Eignung solcher Proteinunterfraktionen zu therapeutischen Zwecken und Prophylaxe untersucht. SIDNEY W. FOX (Iowa) führt die Methoden zur Endgruppenbestimmung in Peptiden und Proteinen an; so den Abbau mit Enzymen von genau definiertem Spezifitätsbereich. Auf diese Weise gelang der Nachweis der Glyzinendgruppe im Glutathion mit Carboxypeptidase, dem endständigen Arginin in Clupein und Salmin durch Protaminase, der Unterscheidung von Leuzylglyzin und Alaninglyzin durch Leuzylpeptidase. Abschließend bringt FANKUCHEN (New York) eine Übersicht der Ergebnisse der Röntgenanalyse, angewendet auf die Proteinstruktur. Röntgenaufnahmen einzelner Kristalle von Ribonuklease ergeben den bedeutenden Unterschied von feuchtem und trockenem Zustand; für Insulin in feuchtem Zustande wird ein Mol.-Gew. berechnet von 52400, trocken von 39500; für Serumalbumin (Pferd) 150000 und 82800; für Bushy-Stunt-Virus 24000000 und 13000000. Das Buch bietet in übersichtlicher Weise eine Fülle des Interessanten und wird mit Nutzen gelesen werden, wo sich Eiweißprobleme analytischer oder biologischer Art stellen.

CH. WUNDERLY

Advances in Carbohydrate Chemistry

By W. W. PIGMAN and M. L. WOLFROM. Vol. 1, 375 pp.
(Academic Press, Inc. Publishers, New York 1945)
(Fr. 24.–)

Nach der guten Aufnahme, welche die «Advances» auf den Gebieten der Kolloide, Enzyme und Proteine gefunden haben, wird die Reihe solcher Publikationen nun auch aufgenommen für die Stoffklasse der Zucker, Polysaccharide und Glykoside. Den Herausgebenden stehen zur Seite: W. L. EVANS, H. O. FISCHER, R. M. GOEPP, W. N. HAWORTH und C. S. HUDSON. Das Programm sieht neben der Bearbeitung der Ergebnisse der Chemie der Kohlehydrate auch jene der biochemischen, analytischen und industriellen Entwicklungen vor. Dabei wird darauf geachtet, daß der durchschnittliche Chemiker und nicht nur der Spezialist die Beiträge mit Nutzen verarbeiten kann. Die 11 Arbeiten, welche diesen ersten Band füllen, stammen aus den USA., doch ist beabsichtigt, auch in England Mitarbeiter zu gewinnen. Mehrere Beiträge sind ein beredtes Zeugnis dafür, wie die Großindustrie in den USA. ihr wissenschaftliches Rüstzeug vervollkommnet hat, so beschreiben T. J. SCHOCH von der Corn Products Refining Co. die Fraktionierung der Stärke, CH. R. FORDYCE von der Eastman Kodak Co. die Zelluloseester organischer Säuren und A. L. RAYMOND von der D. Searle & Co. Thio- und Selenozucker. Die von seiten der Industrie geleistete Forschungsarbeit hat sich durchgesetzt und die oft gehörte Ansicht, daß sie nur zweckgebundenen Zielen diene, ist überholt.

Es ist gegeben, daß in den Beiträgen über die Chemie der Nukleinsäuren (R. STUART TIPSON) ebenso wie über die herzwirksamen Glykoside (ROB. C. ELDERFIELD), die Kohlehydratkomponente im Vordergrund des Interesses steht. Das Schrifttum ist zumeist nur bis 1942 ausgewertet, so daß die *in vitro* erreichte Transformation von Pneumokokkustypen durch eine Substanz, welche nahezu ausschließlich aus Desoxypentosenukleinsäure besteht (AVERY, MACLEOD und MC CARTY, 1944), nicht mehr erwähnt ist. Wenn das Kapitel über Nukleinsäuren in Bd. XIV der «Annual Review of Biochemistry (1945)» allein aus den Jahren 1943–1945 46 Literaturstellen verzeichnet, so ist verständlich, daß davon in den «Advances» nur eine Auswahl zur Besprechung kommen kann. Trotzdem wäre es wünschenswert, wenn die Beiträge in den «Advances», welche Bezeichnung doch den Fortschritt betont, noch aktueller gestaltet werden könnten.

CH. WUNDERLY

A Text-Book of Quantitative Chemical Analysis

By A. C. CUMMING and S. A. KAY
9. Auflage, 515 Seiten, 85 Abbildungen
(Oliver & Boyd, Edinburgh 1945) (Fr. 15.–)

Die 9. Auflage dieses Buches, revidiert von F. C. GUTHRIE und J. T. NANCE, entspricht, abgesehen von verschiedenen kleinen Änderungen und Erweiterungen, im allgemeinen den früheren Auflagen. Es darf als ausgezeichnete Anleitung zum Arbeiten im anorganischen analytischen Praktikum empfohlen werden. Mit sehr viel Sorgfalt sind die verschiedenen Arbeitsmethoden bis in die Einzelheiten beschrieben, so daß sich der Lernende leicht anhand der Beschreibung alles Nötige zur praktischen Durchführung von anorganischen Analysen aneignen kann.

Das Buch umfaßt die folgenden Analysenmethoden: Volummetrische Analysen mit visueller Endpunktsbestimmung sowie die elektrometrischen und konduktometrischen Titrationen; Gasanalyse; gravimetrische Analyse inklusive elektrolytische Bestimmungen; Kolorimetrie. Durchwegs sind theoretische Betrachtungen über den Chemismus der betreffenden Reaktionen auf ein Minimum beschränkt. Stets wird die Arbeitsmethodik einer kritischen Betrachtung unterzogen. Die Geräte, ihre Eichung und Kontrolle, die in bezug auf Genauigkeit, chemische Widerstandsfähigkeit usw. zu stellenden Ansprüche sowie die bei ihrer Handhabung möglichen Fehler werden eingehend diskutiert.

An analytischen Problemen der Praxis werden Mineral- und Legierungsanalysen behandelt; ferner befaßt sich ein Kapitel mit der Wasseruntersuchung.

In einem speziellen Kapitel werden alle häufiger vorkommenden Elemente und Gruppen im Hinblick auf die Methoden zu ihrer Trennung und Bestimmung zusammengestellt.

Das vorliegende Buch ist deshalb nicht nur dem Anfänger als Anleitung zur Arbeit im anorganisch-analytischen Praktikum zu empfehlen, sondern es wird auch dem Nichtanalytiker als kleines Nachschlagewerk bei gelegentlich auftretenden analytischen Problemen gute Dienste leisten.

H. Schenkel

Die Entwicklungsgeschichte der Chemie

Von H. E. Fierz-David
(Sammlung, Wissenschaft und Kultur, Band II)
Eine Studie, C. G. Jung in Verehrung und Freundschaft gewidmet. XV + 425 Seiten, 106 Abb., 4 Schrifttafeln
(Verlag Birkhäuser, Basel 1945) (Fr. 21.50)

Der Verfasser unternimmt es, wie es im Vorwort heißt, eine *Entwicklungsgeschichte* der Chemie zu geben, d. h. statt einer bloßen chronologischen Darstellung ohne Werturteile die Geschichte der Chemie «in ihren großen Zusammenhängen als einen durch die geistigen Strömungen der Zeiten bedingten *Wachstumsvorgang* zu begreifen». Diese Absicht, die man wohl als gelungen bezeichnen darf, macht das Buch — bei aller gebührenden Würdigung auch rein materieller Entwicklungsfaktoren — zu einer *geistesgeschichtlichen* Studie, bei welcher, wie schon die Widmung an C. G. Jung erkennen läßt, die modernen Erkenntnisse psychologischer Forschung Pate gestanden haben. Besonders zeigt sich dies bei der Besprechung der Alchimie, die durchaus nicht eine primitive, unzulängliche Vorläuferin unserer heutigen exakten Wissenschaft war, sondern als mystische Weltschau verstanden werden muß, in der praktische Experimentierkunst und philosophische Spekulation untrennbar durch symbolische Vorstellungen miteinander verknüpft waren, die in den Tiefen des menschlichen Geistes wurzeln. So kann der Verfasser ihrem Wirken und Nachwirken bis in die Gegenwart nachspüren. War es früher die philosophische Spekulation, so sind es heute unzulässige Verallgemeinerungen, «eine gewissermaßen subtilere Form der irregeleiteten Phantasie», die der richtigen Erkenntnis materieller Zusammenhänge im Wege stehen können.

Die Entwicklung dieser Erkenntnis der Zusammenhänge, also die Geschichte der wissenschaftlichen, theoretischen Chemie, bildet den reizvollen Hauptteil des Buches. Anhand eines reichen Quellenmaterials, das deutlich den Bibliophilen verrät und, unter Zitierung charakteristischer Stellen, meist auf die Originale zurückgreift, wird in fesselnder Weise beschrieben, auf Grund welcher Tatsachen und Überlegungen sich die entscheidenden Einfälle und Theorien bildeten, wie einerseits das Neue oft geradezu in der Luft lag und von mehreren Seiten gleichzeitig erkannt wurde, anderseits sich gegen Traditionalismus und Autoritätsglauben Geltung und Anerkennung erkämpfen mußte. Dem Autor kommt es sichtlich darauf an, auch heute überholte Vorstellungen (z. B. die Phlogistontheorie) aus der Zeit heraus zu verstehen, in der sie entstanden, und sowohl ihrer fördernden wie ihrer hemmenden Wirksamkeit im Erkenntnisprozeß gerecht zu werden. Auch in der Darstellung großer Forscherpersönlichkeiten zeigt sich deutlich die Absicht, gerecht abzuwägen und Licht und Schatten richtig zu verteilen (Berzelius!).

Ein Abriß der modernen chemischen Technologie, des eigensten Gebietes des Verfassers, bildet den letzten Teil des Buches und beweist, daß dem technologischen Chemiker auch der kommerzielle Standpunkt nicht fremd ist. Drei Anhänge enthalten Stichworte über die chemische Analyse, die Entdeckungsgeschichte der Elemente und den Aufbau eines großen Chemiekonzerns.

Das ganze Buch richtet sich auch, vielleicht sogar vorwiegend, an den Nichtchemiker und gebildeten Laien. Der Autor versteht es, fesselnd, oft amüsant, zu plaudern und zieht diese Art der Darstellung offenbar einer trockenen Aneinanderreihung von historischen Tatsachen vor. Dieser Absicht der Auflockerung entspricht das spürbare Vergnügen des Autors am Pointierten und Anekdotischen, überhaupt am charakteristischen Detail. Auch einige persönliche Erinnerungen haben ihren Platz gefunden. Vor allem junge Chemiker und interessierte Laien werden das Buch gern und mit Gewinn lesen.

R. Borth

Biochemistry of the Fatty Acids, and their compounds, the Lipids

By W. R. Bloor, 387 pp.
(Reinhold Publishing Corp., New York 1943) (Fr. 30.50)

Das Buch ist aus der Reihe der Monographien, wie sie unter dem Patronat der American Chemical Society herausgegeben werden. Die Gesellschaft bezweckt damit, Chemikern Gelegenheit zu geben, sich auf Gebieten weiterzubilden, welche demjenigen ihrer praktischen Tätigkeit benachbart sind; ferner soll der Forschung eine abgewogene Übersicht über das neuerdings Erreichte geboten werden. Beide Absichten werden durch das vorliegende Buch in ausgezeichneter Weise erfüllt. Es ist das besonders schätzenswert, weil die Kenntnisse der physiologischen Chemie von den Proteinen und Kohlehydraten weiter fortgeschritten sind als auf dem Gebiete der körpereigenen Fette, Fettsäuren und Lipoide. Die einzelnen Bestandteile dieser Stoffklasse sind im Blut oder in den Geweben zumeist nur in so geringer Menge vorhanden, daß ihre quantitative Erfassung und analytische Charakterisierung stets schwierig ist. Dazu kommt, daß die physiologische Schwankungsbreite schwer festzulegen ist, da diese nicht nur von Spezies zu Spezies größere Schwankungen aufweist, sondern auch von Individuum zu Individuum. Deshalb wird auf die Abhängigkeit des Lipoidstoffwechsels von physiologischer Synthese, der Depotfunktion der Le-

ber sowie den diätetischen Faktoren besonders eingegangen. Im Abschnitt über die Blutlipoide findet auch der Kliniker und Physiologe viel Wissenswertes über die Folgen von Avitaminosen, die Wirkung von Phlorizin und Phosphor, die Beeinflussung serologischer Reaktionen sowie der Eigenschaften des Blutes bei Lipämie, Embolie und Anämie. Sehr anerkennenswert ist die sorgfältige Dokumentation der europäischen Arbeiten, wie es in diesem Umfang in der neueren amerikanischen Literatur nur noch ausnahmsweise geschieht. Noch ist eine sinnvolle Kombination dieser vielfältigen Einzeluntersuchungen nicht möglich, und so bieten die vorläufigen Ergebnisse, wie der Autor im Vorwort betont, recht eigentlich die Basis für weitere Forschung.

CH. WUNDERLY

Ouvrages reçus - Eingegangene Bücher
Libri pervenutici - Books received

Uratome der Materie, von H. GREINACHER (A. Francke AG. Verlag, Bern 1946) (Fr. 2.–).

Leitfaden der Astronomischen Orts- und Zeitbestimmung, von M. WALDMEIER (Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau 1946) (Fr. 10.–).

Descriptive Meteorology, by HURD C. WILLETT (Academic Press, Inc., Publishers, New York, N.Y. 1944) (Fr. 20.–).

Erforschte Welt, von EMIL J. WALTER (A. Francke AG. Verlag, Bern 1946) (Fr. 11.60).

Was ist Leben?, von ERWIN SCHRÖDINGER (A. Francke AG. Verlag, Bern 1946) (Fr. 6.25).

Atomic Spectra, by R. C. JOHNSON (Methuen & Co. Ltd., London 1944) (Fr. 5.–).

Structural Inorganic Chemistry, by A. F. WELLS (Clarendon Press, Oxford 1945) (Fr. 25.–).

Le Bactériophage, sa nature et son emploi thérapeutique, par J. STEINMANN (Verlagsbuchhandlung S. Karger, Basel 1946) (Fr. 10.–).

Journal of the History of Medicine and Allied Sciences (Published by HENRY SCHUMAN, New York 21, N. Y. 1946) ($ 7.50 in the U.S., Canada and Latin America; $ 8.50 elsewhere. Single copies $ 2.50).

Animal Cytology and Evolution, by M. J. D. WHITE (University Press, Cambridge 1945) (Fr. 36.–).

Fungicides and their Action, by JAMES G. HORSFALL, Ph. D. (Published by the Chronica Botanica Company, Waltham, Mass., U.S.A. 1945) ($ 5.00).

Luther Burbank, a Victim of Hero Worship, by WALTER L. HOWARD, Ph. D. (Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., U.S.A. 1945/46) ($ 3.75).

Scientifics Institutions, Societies and Research Workers in the Netherlands Indies, compiled by FRANS and J. G. VERDOORN (New York City, Board for the Netherlands Indies, 1945).

Revues - Zeitschriften - Riviste - Journals

«Prisma», Schweizerische Monatsschrift für Natur, Wissenschaft und Technik (Druck und Verlag Huber & Co., Aktiengesellschaft, Frauenfeld).

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

Experientia majorum

Geschichtliches zur Lehre von der Talbildung durch fließendes Wasser

Ein Blick auf die geschichtliche Entwicklung der Geologie, wie sie etwa der Münchner Paläontologe KARL ALFRED VON ZITTEL (1839–1904) aufgezeichnet hat, zeigt uns, daß die heutigen Kenntnisse über Gestaltung der Erdoberfläche im wesentlichen auf die großen Naturforscher des 19. Jahrhunderts (LEOPOLD VON BUCH, CHARLES LYELL und LÉONCERE ELIE DE BEAUMONT, um in zeitlicher Reihenfolge nur die wichtigsten Geologen zu nennen) zurückgehen. Darüber darf jedoch nicht übersehen werden, daß schon frühere Beobachter auf einzelne Erscheinungen aufmerksam geworden waren, die mit verhältnismäßig einfachen Mitteln festgestellt werden konnten. Dazu gehört auch der Einfluß des fließenden Wassers auf die obersten Erdschichten. Der erste, der die Gesamtheit der Oberflächenformen in bezug auf ihre Entstehung betrachtete und dabei auch den Zusammenhang zwischen der Flußströmung und der Tiefe des Flußbettes erkannte, war der Geograph BERNHARD VARENIUS (1622 bis ca. 1655). Mit seiner *Geographia universalis* (Amsterdam 1650) hat er die physische Geographie begründet.

In der Schweiz war durch JOHANN JAKOB SCHEUCHZER (1672–1733) das Hochgebirge erstmals einer eingehenden physikalischen Untersuchung unterzogen worden. Von seiner Tätigkeit ging ein mächtiger Einfluß auf die einheimische Naturforschung aus, der sich bei JOHANNES GESSNER (1709–1790) in didaktischer Hinsicht besonders erfreulich auswirkte. Zu seinen Schülern gehört auch der weniger als Naturforscher denn als Ästhetiker und Pädagog bekannte Winterthurer JOHANN GEORG SULZER (1720–1779). In seiner reizvollen Autobiographie «Kurze Nachricht von meiner Herkunft und von den wichtigsten Umständen meines Lebens» (Berlin 1809) erzählt der später als Philosoph und als «Direktor» der philosophischen Klasse der Preußischen Akademie der Wissenschaften berühmt gewordene Zürcher Polyhistor von seiner früh erwachten Liebe zur «Allgemeinen Erdbeschreibung» und von dem tiefen Eindruck, den ihm der erste Anblick des «Alpengebirges» machte. Wiederholt kam SULZER mit dem jungen GESSNER in Berührung, der ihm seine schöne Bibliothek zur Verfügung stellte und «seines sehr leutseligen und gefälligen Wesens halber sich die Liebe junger Leute erwarb, denen er dann mit Vergnügen an die Hand ging und seine Kenntnisse ihnen herzlich gern mitteilte». Durch seinen zeitweiligen Hausgenossen GESSNER mag SULZER als frisch ordinierter Geistlicher auch zu seiner «Reise durch einiche Ort des Schweizerlands» angeregt worden sein, von der er eine Fülle von Eindrücken mit nach Hause nahm.

Als eine der Früchte dieser Reise in die Schweizer Alpen entstand die wenig bekannte Schrift «*Untersuchung von dem Ursprung der Berge, und anderer damit verknüpften Dinge*» (*Zürich, bey David Geßner, 1746*), die von den Biographen SULZERS (HIRZEL, WOLF) und von den Historikern (B. STUDER, ZITTEL) kaum

dem Namen nach erwähnt wird. Sulzer macht hier den Versuch, die Ergebnisse seiner umfassenden literarischen Studien mit den eigenen Beobachtungen über die Ungleichartigkeiten der Erdoberfläche und deren Gestalt im einzelnen in Einklang zu bringen. Er geht der Frage der verschiedenen Schichten, der Höhlenbildung und insbesondere dem damals eifrig diskutierten Problem der in der Bibel geschilderten «Sinthflut» nach. In bezug auf die Bedeutung der vom englischen Gelehrten John Woodward (1665–1722) besonders eifrig verfochtenen Überschwemmungstheorie gelangt Sulzer zur Ansicht, daß «nicht alle Berge zu einer Zeit, auch nicht auf einerley Art entstanden» sind.

Im Zusammenhang mit der Frage der Entstehung der Berge kommt Sulzer auch auf die Einwirkung des Wassers zu sprechen. Neben den Erdbeben ist es hauptsächlich das Sinken «eines Teils ihrer Materie», das zur endgültigen Gestaltung der Berge führt. Für dieses Absinken als Ursache einer Veränderung der Erdoberfläche beruft sich Sulzer auf einen durch die Natur selbst verwirklichten «Versuch»: Die Thur, ein in der Nähe seiner Vaterstadt vorbeifließender Fluß, hatte (beim Schloß «Weyden», dem heutigen Schloß Wyden bei Ossingen) einen Einsturz des hohen und steilen Ufers verursacht, den Sulzer folgendermaßen beschreibt: «Das Bord des bemeldten Flusses war an diesem Ort 30. bis 40. Fuß hoch. Weil nun das Wasser den Fuß dieses hohen Bordes immer mehr und mehr wegführte, so wurde es endlich so steil, daß sich die Erde nicht mehr halten konte; ein Theil davon stürzte herunter in den Fluß, und die, so übrig geblieben, hat deßwegen die bemeldte Figur bekommen, welche, wie gesagt, der Figur der großen Berge sehr ähnlich ist...»

Nachdem Sulzer die Entstehung der einzelnen Gebirgsformen auf diese Wirkung des fließenden Wassers zurückgeführt hat, kommt er in den darauffolgenden Kapiteln in einem andern Zusammenhang nochmals auf die Erosion durch die Flüsse zu sprechen. Als Beispiel führt er den Nil an, der «Ganze Länder an einem Orte weggenommen», den «Saffran-Fluß in China», für den er die weggeführten Erdmassen zahlenmäßig angibt, und schließlich den «Rheyn-Fluß», der in der «Via mala in Grau-Bündten» ... «die Erde und die Felsen selbst auf mehr als 100. Fuß ausgehölt». Als allgemeine Schlußfolgerung ergibt sich für Sulzer: «Und es ist kein Zweifel, daß die meisten Thäler durch dieses Mittel ihre Tieffe erreicht haben.»

Wenn auch der Zürcher Forscher seine Beobachtungen für unrichtige theoretische Schlußfolgerungen über die Entstehung der Berge heranzieht, so sind die Feststellungen selbst durchaus richtig. Die Studien über den mechanischen Einfluß des Flußwassers wurden noch im 18. Jahrhundert durch verschiedene Naturforscher (Jean Etienne Guettard, 1774; Joh. Ludw. Heim, Über die Bildung der Thäler, Weimar 1791; James Hutton, Theory of the Earth, Edinburgh 1795) vertieft. Endgültig gefestigt und durch umfassende Beweise begründet wurde die Lehre von der Talbildung durch fließendes Wasser erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Unter den Gelehrten, die sich mit diesem Problem befaßten, seien abschließend nur noch der amerikanische Geologe James Dwight Dana (1813 bis 1895) und der schweizerische Paläontologe Ludwig Rütimeyer (1825–1895) genannt. Von der Abhandlung Rütimeyers «Über Tal- und Seebildung» (Basel 1869) sagt Zittel, daß sie geradezu «epochemachend» gewirkt habe.

H. Buess

15 Jahre Hochalpine Forschungsstation Jungfraujoch

Am 7. Juni wurde auf dem Jungfraujoch eine wissenschaftliche Ausstellung eröffnet, in der zum erstenmal der Öffentlichkeit Einblick in die Arbeit dieses hochgelegenen Forschungsinstituts (3457 m ü. M.) gegeben wird. Das größte Interesse finden: eine im Betrieb gezeigte, ganz neuartige Apparatur zur Registrierung der kosmischen Strahlung mit Zählrohren in Koinzidenz- oder Antikoinzidenzschaltung, eine Apparatur zur exakten Messung der Schwellen des Drucksinnes beim Menschen und ein Gerät zur elektrischen Ermittlung der Geschwindigkeit der Pulswelle am Menschen. Auf den Gebieten der Astronomie, Astrophysik und Geophysik orientieren Tabellen und wertvolle Aufnahmen über die Arbeiten und zeigen, wie groß die Bedeutung der Station auf diesen Wissenszweigen in den letzten Jahren geworden ist. Die Ergebnisse der klimaphysiologischen Untersuchungen sind in 20 wechselnden Projektionsbildern übersichtlich angeordnet. Die Schnee- und Gletscherforschung ist durch wertvolle Mikroaufnahmen und Apparate zur Prüfung des Verhaltens des Eises vertreten. Die im Sphinx-Observatorium untergebrachte Ausstellung ist für alle wissenschaftlich interessierten Kreise von größtem Interesse und gibt einen ganz unerwarteten Einblick in ein sonst abgeschlossenes Forschungszentrum. Beinahe 1000 Forscher aus 10 Ländern haben bis jetzt die Station besucht und in 240 Arbeiten ihre Ergebnisse veröffentlicht. Die vom Präsidenten der internationalen Stiftung, Prof. A. v. Muralt, verfaßte Festschrift «15 Jahre Hochalpine Forschungsstation Jungfraujoch»[1] gibt über alles Wissenswerte Aufschluß und enthält das vollständige Verzeichnis aller erschienenen Arbeiten.

[1] Selbstverlag, Bühlplatz 5, Bern.

CONGRÈS

Session annuelle de la Société Helvétique des Sciences Naturelles en septembre 1946

La 126e session de la Société Helvétique des Sciences Naturelles (S.H.S.N.) aura lieu à Zurich du 7–9 septembre prochain. La session tombe avec la fête du bi-centenaire de la Société Zurichoise des Sciences Naturelles, fondée en 1746.

PROGRAMME GÉNÉRAL

Samedi, le 7 septembre

Célébration du bi-centenaire de la Société Zurichoise des Sciences Naturelles au grand auditoire de l'Ecole polytechnique fédérale.

Allocution de bienvenue par le Président de la Société Zurichoise des Sciences Naturelles.

Conférence du Prof. Dr H. Fischer: «Conrad Geßner und Johann Jakob Scheuchzer». Réception des adresses à la Société jubilaire; Nominations.

Assemblée administrative de la S.H.S.N. au Bâtiment des Congrès sous la direction de M. le Prof. Dr G. Tiercy, Président central.

Première assemblée scientifique générale au Bâtiment des Congrès.

Discours d'ouverture du Président annuel, Prof. Dr P. Niggli: «Das Experiment in den mineralogischen Wissenschaften.»

Première conférence générale. Prof. Dr E. Melin, Institut pour Botanique physiologique, Université d'Uppsala: «Die Mykorrhiza-symbiose der Waldbäume».

Dimanche, le 8 septembre

Séances de sections à l'Université et à l'Ecole polytechnique.

Lundi, le 9 septembre

Deuxième assemblée scientifique générale au Bâtiment des Congrès.

Deuxième conférence. Prof. Dr G. Roussy, Recteur, Université de Paris: «La Médecine d'hier et d'aujourd'hui».

Troisième conférence. Prof. Dr E. Schrödinger, Institute for Advanced Studies, Dublin: «Affine Feldtheorie und Meson».

Quatrième conférence, en même temps Conférence-Paracelsus de la Société suisse de chimie. Prof. Sir R. Robinson, President of the Royal Society, London: «On Penicillin».

Journées biochimiques franco-suisse

Auf die Initiative der Société de chimie biologique de France, der Schweiz. Chemischen Gesellschaft und des Schweiz. Vereins der Physiologen und Pharmakologen fand vom 24.–27. Mai 1946 in Basel eine gemeinsame Versammlung der französischen und schweizerischen Biochemiker statt. Die Texte der an der Tagung gehaltenen Vorträge erscheinen in einem der nächsten Hefte der Helvetica chimica acta.

Nekrolog

Am 5. Juni ist Siegfried Edlbacher, Professor für physiologische Chemie an der Universität Basel, Vorsteher der physiologisch-chemischen Anstalt und Direktor der Schweizerischen Vitaminprüfungsstation verstorben.

Geboren 1886 in Linz in Oberösterreich, studierte er in Wien, Gießen, Jena und Graz Chemie, erwarb 1911 in Graz den Doktorgrad und 1919 mit der Habilitationsschrift «Über die freien Amidogruppen der Eiweißkörper», die *venia legendi* in Heidelberg, wo er seit 1913 Assistent am Physiologischen Institut unter Kossel war. 1924 wurde er außerordentlicher Professor für physiologische Chemie an der Medizinischen Fakultät zu Heidelberg, um im Jahre 1932 einem Ruf nach Basel als ordentlicher Professor auf den Lehrstuhl für physiologische Chemie zu folgen, den er bis zu seinem Tode innehatte. An seinem 60. Geburtstage verlieh ihm die Medizinische Fakultät der Universität Basel den *Doctor honoris causa*.

Edlbacher hat eine fruchtbare Forscher- und Lehrtätigkeit ausgeübt. Davon zeugen seine zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen auf vielen Gebieten der physiologischen Chemie. Besonders bekanntgeworden sind seine Arbeiten über Enzymchemie und über die Chemie der Eiweißkörper.

Nachdem er in Heidelberg zum Teil gemeinsam mit Kossel Arbeiten über Histidin, Arginase, die chemische Kenntnis der Echinodermen sowie über mikroanalytische Methodik ausgeführt hatte, arbeitete er erfolgreich über die Konstitution der Eiweißkörper und legte die Ergebnisse seiner Untersuchungen aus den Jahren 1918 bis 1924 in einer größeren Reihe von Veröffentlichungen in der Zeitschrift für physiologische Chemie nieder. Darauf wandte er sich fast ausschließlich der Enzymchemie zu. Nach Arbeiten über Arginase, Phosphatase, Cholinesterase, Histidin u.a. — darunter ein größerer Buchbeitrag in dem Handbuch von Oppenheimer-Pincussen — gelang ihm die Auffindung der Histidase. Auch die Fermentchemie der Tumoren bereicherte er um wertvolle Beiträge. Seine eigenen und die aus seinem Schülerkreis hervorgegangenen Arbeiten auf dem Gebiet der Enzymchemie sind auf der ganzen Welt bekanntgeworden.

Edlbacher besaß auch die Gabe, lehren zu können. Sein wegen der Einprägsamkeit und Knappheit der Darstellung viel gelesenes Lehrbuch der physiologischen Chemie erschien innerhalb von 10 Jahren in acht Auflagen. Er war ein Meister des Wortes; seine Formulierungen waren treffend, aber auch in der Form wohl abgewogen. Seine Vorträge über allgemeinere naturwissenschaftliche Probleme waren bekannt wegen der Klarheit ihrer Darstellung und der Kunst seiner Rede. Durch Anschaulichkeit und Einfachheit wußte er seine Hörer in den Vorlesungen immer wieder zu fesseln; so war er ein ausgezeichneter Lehrer der akademischen Jugend.

In den letzten Jahren seines Wirkens wandte er sich auch den allgemeineren Problemen des Lebens zu. Dies war ihm tiefstes Bedürfnis. In seiner Schrift über «Chemische Grundprinzipien des Lebens» und zuletzt in einem in dieser Zeitschrift erschienenen Beitrag, «Das Ganzheitsproblem in der Biochemie», versuchte er die in seinem Arbeitsgebiet gewonnenen Einzeltatsachen zur umgreifenden Synthese zusammenzufassen: Primitivenzyme oder Proteinfermente, Symplexenzyme oder Enzymproteide können mit Effektoren zu Komplexenzymen zusammentreten und weitgehend Aktivität und Spezifität steuern. Enzymatische Aktionsfelder sind die Ursachen der scheinbaren zyklischen Reaktionsart und der energetischen Kopplung. In dem Zusammenwirken der Enzyme erblickte er ein harmonisches System hierarchischer Ordnung von immer höher organisierten Wirkungseinheiten, die wegweisend sein sollten für das Verständnis der Lebensvorgänge, soweit sie naturwissenschaftlich überhaupt erfaßbar sind.

Freunde und Schüler verlieren mit Siegfried Edlbacher einen hochgebildeten, feinfühligen Menschen, der durch sein liebenswertes Wesen Mittelpunkt eines Kreises von Freunden war, die sein Andenken bewahren wollen. Er folgte seiner vor wenigen Wochen vorangegangenen, über alles geliebten Frau in den Tod.

R. Jürgens

REGENERATIONES

Tchécoslovaquie

Chimie

Prague possède les trois académies suivantes: *la Société savante royale tchèque* (la plus ancienne, dès 1792), *l'Académie des Sciences et des Arts* et *l'Académie Masaryk du Travail* (Académie technique). Les deux premières publient des travaux chimiques du domaine des sciences pures, la troisième ceux qui se rapportent aux sciences appliquées.

Actuellement, vu le grand nombre d'étudiants et la situation difficile des grandes écoles, saccagées par les occupants, il n'est pas possible de faire avancer les recherches d'une manière satisfaisante et sur une aussi grande échelle qu'avant la guerre.

Les problèmes étudiés en ce moment par les professeurs de l'Ecole polytechnique de Prague et de l'Université Charles, sont les suivants:

M. Emile Votoček poursuit ses travaux sur la chimie des sucres, principalement sur les méthylpentoses.

M. R. Lukeš a en cours d'étude des matières azotées hétérocycliques.

M. O. Wichterle s'occupe de chimie organique théorique et étudie les composés organiques à grandes molécules.

M. V. Křepelka étudie les colorants azoïques et au soufre et les matières intermédiaires.

M. J. Milbauer continue ses recherches sur les réactions oxydantes en milieu sulfurique.

M. J. Heyrovsky et R. Brdička, de l'Université Charles de Prague, poursuivent leurs travaux sur le polarographe et l'application de l'oscillographe.

M. J. Bulíř étudie 1^0 la production de butanole et d'acétone par la fermentation à partir des pommes de terre, 2^0 la production de l'acide fumarique par la fermentation, 3^0 l'isolation des anticorps bactériels au moyen de moisissures.

A part ces travaux, un grand nombre d'autres, s'adressant à tous les domaines de la chimie technique, sont en cours dans les laboratoires industriels de recherche.

O. Quadrat (Prague)

Türkei

Die naturwissenschaftliche Aktivität in der Türkei ist vor allem an die Universität Istanbul und die im Aufbau befindliche Universität Ankara gebunden. Die Universität in Istanbul wurde im Jahre 1933 neu organisiert. An die neue Universität, welche eine naturwissenschaftliche, philosophische, medizinische, juridische und nationalökonomische Fakultät besitzt, wurden neben türkischen Professoren der alten Universität auch mehrere ausländische Forscher berufen, vor allem eine größere Zahl der von der Naziregierung entlassenen deutschen Professoren und Dozenten. Während des Krieges hat die türkische Regierung auch englische und schweizerische Professoren berufen. Um die Entwicklung der Universität während der Kriegsjahre haben sich besonders die beiden Rektoren verdient gemacht. Die Universität wurde bis zum Jahre 1943 vom Völkerrechtler Professor Cemil Bilsel geleitet; seit dem Jahre 1943 ist der Internist Professor Tevfik Sağlam Rektor.

Die Zahl der Studenten ist im Kriege enorm gestiegen. Im letzten Studienjahr waren in Istanbul 13800 Hörer eingeschrieben. Da die Hörsäle und Laboratorien diesem Andrang nicht genügen, wurde die Zahl der Naturwissenschaftler auf 440, jene der Mediziner auf 600 pro Semester herabgesetzt. Die Auswahl erfolgt durch Aufnahmeprüfungen. Ein weiterer Teil der Studenten wird von den neugegründeten Fakultäten der Universität in Ankara aufgenommen. Der Bedarf des Landes an Ärzten und an Mittelschullehrern ist jedoch so groß, daß auch zwei Universitäten ihn kaum decken können. Dem Mangel an türkischen Lehrbüchern wurde teils durch neue Originalbücher der an der Universität tätigen Professoren, teils durch Übersetzungen fremder Bücher abgeholfen. Auf Kosten der Universität werden alljährlich eine Reihe derartiger Bücher gedruckt.

Arbeiten naturwissenschaftlichen Inhalts werden regelmäßig von der Fen Fakültesi Mecmuasi (Revue Fac. Sciences Univ. Istanbul) veröffentlicht. Die Zeitschrift erscheint in zwei Serien, Serie A für Mathematik, Physik und Chemie, Serie B für Biologie. Arbeiten medizinisch-naturwissenschaftlichen Inhalts werden in der Tıp Fakültesi Mecmuasi (Bull. Fac. Méd. Univ. Istanbul) veröffentlicht. In den «Comptes rendus annuels et Archives de la Société turque des Sciences physiques et naturelles» werden die in dieser Gesellschaft gehaltenen Vorträge veröffentlicht.

Der Ausbau der Universität hat durch den Krieg und durch die Schwierigkeit der Beschaffung von Laboratoriumsmaterial sehr gelitten, vor allem aber durch einen großen Brand, der im Jahre 1941 die Institute für Mathematik, Physik und Geologie vernichtete. Der Neubau dieser Institute ist bereits weit fortgeschritten, und man hofft, die anderweits notdürftig untergebrachten Institute bald dort wiedereröffnen zu können. Während des Krieges wurde auch der Bau mehrerer Universitätskliniken beendet, so daß die Universität jetzt über eine Reihe moderner Kliniken verfügt.

F. Haurowitz (Istanbul)

Schweizerischer Arbeitsplatz an der biologischen Station in Roscoff

Die biologische marine Station in Roscoff (Bretagne), an der die Schweiz seit Jahrzehnten einen Arbeitsplatz gemietet hatte, hat den Krieg glücklicherweise ohne Schädigung überstanden. Sie war während des Krieges geschlossen und ist jetzt wiederum in Betrieb gesetzt worden. Arbeiten an der Station sind insbesondere durch eine sehr reiche marine Strandfauna und -flora in einem sehr breiten Ebbestrand begünstigt.

Das Eidg. Departement des Innern hat in sehr verdankenswerter Weise den schweizerischen Arbeitsplatz wiederum gemietet. Er steht den Schweizer Biologen mit seiner wissenschaftlichen Ausrüstung gratis zur Verfügung. Benützer des Platzes haben bei einem Forschungsaufenthalt lediglich für Reise und eigene Aufenthaltskosten aufzukommen. Laut Reglement des Departements des Innern sind zur Benützung des Arbeitsplatzes berechtigt: die Schweizer Naturforscher, die an Schweizerschulen tätigen Lehrer der Naturwissenschaften, Studierende der biologischen Fächer mit genügender Befähigung zu selbständiger wissenschaftlicher Arbeit.

Weitere Auskunft über die speziellen Bedingungen für die Zuweisung des Arbeitsplatzes können erteilen: der Präsident der unten genannten Kommission sowie deren Mitglieder (Proff. J. Baer, Neuchâtel; E. Guyénot, Genève; J. Kälin, Fribourg; R. Matthey, Lausanne; A. Portmann, Basel; J. Seiler, Zürich).

Der Präsident der Eidg. Kommission für die zoologische Station in Neapel und die Station biologique de Roscoff:

Prof. F. Baltzer
Zoologisches Institut der Universität Bern.

Corrigendum

Betrifft vorläufige Mitteilung «Der Einfluß von Desoxycorticosteron auf die Azetylcholinwirkung am isolierten Froschherz», von F. Gross, Exper. Vol. II, Fasc. 5, S. 191. Legende zu Fig. 2.

«Man beachte den treppenförmigen Anstieg nach Eserin». Lies: «Man beachte den treppenförmigen Anstieg nach *E*».

SECALE-ALKALOIDE SANDOZ

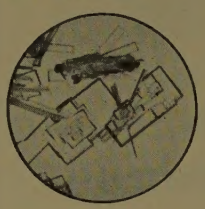
Die Chemiker und Pharmakologen der Sandoz AG. sind an der Aufklärung der Mutterkorn-Chemie und -Pharmakologie führend beteiligt.

1. Ergotamingruppe

Ergotamin

Ergotaminin

Stoll 1918



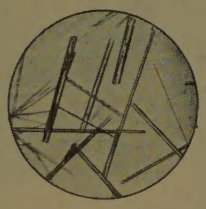
Ergosin

Ergosinin

Smith und Timmis 1937

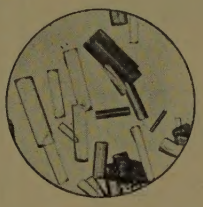
2. Ergotoxingruppe

Ergocristin

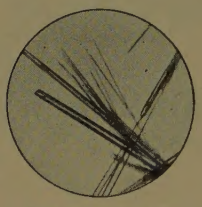


Ergocristinin

Stoll und Burckhardt 1937

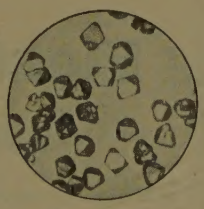


Ergokryptin



Ergokryptinin

Stoll und Hofmann 1943



Ergocornin

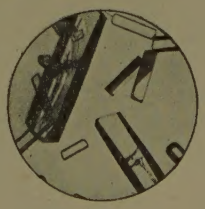
Ergocorninin

Stoll und Hofmann 1943

3. Ergobasingruppe

Ergobasin

Stoll und Burckhardt 1935



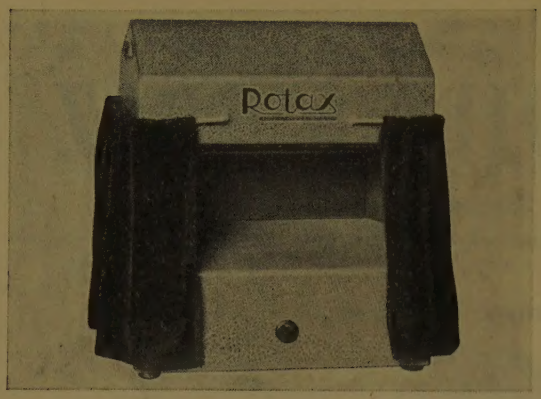
Ergobasinin

Smith und Timmis 1936

(Partialsynthese: *Stoll und Hofmann 1936*)

SANDOZ

SANDOZ



Ultraviolett-Analysen-Quarzlampe

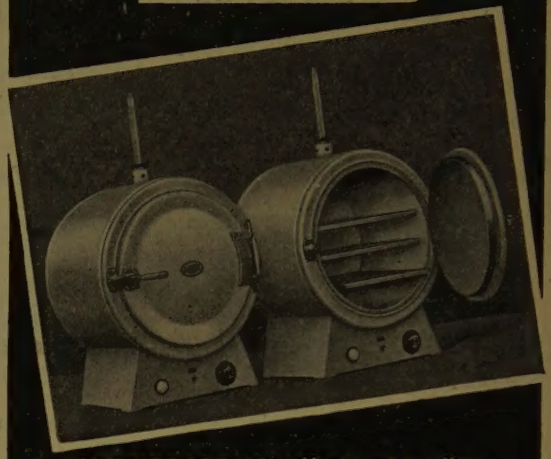
für rasche und genaue Untersuchungen auf den Gebieten der Lebensmittelkontrolle, Textilfärberei, Gerberei, Gummi, Lackfarben, Edelsteine etc.

Verlangen Sie Offerte

CARL KIRCHNER AG., BERN

Telephon 2 45 97 Freiestraße 12

Salvis

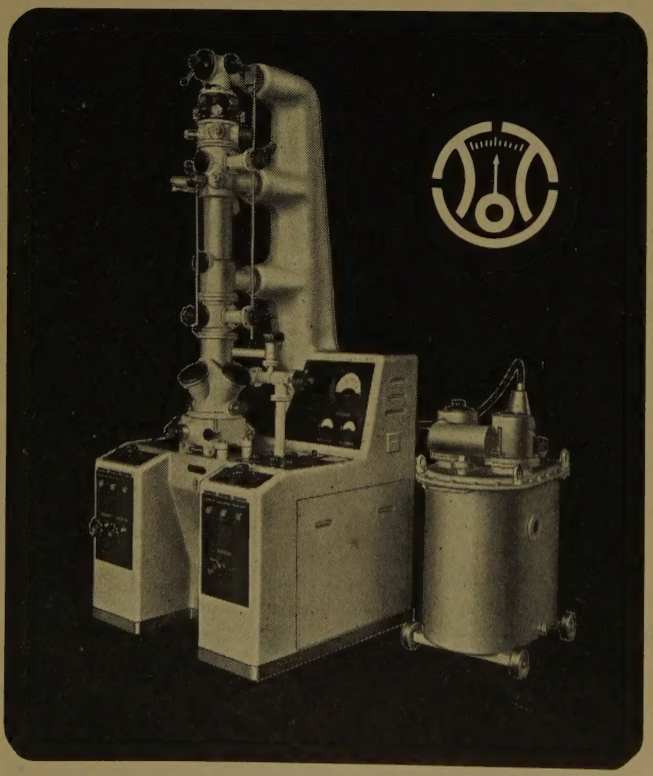


ELEKTRISCHE WÄRMEGERÄTE FÜR LABORATORIEN

SALVIS AG. LUZERN

FABRIK ELEKTR. APPARATE

ELEKTRONENMIKROSKOP



Trüb, Täuber & Co. AG.

Fabrik elektrischer Meßinstrumente und wissenschaftlicher Apparate, Zürich

---

Elektrophorese-Apparaturen

neuester Ausführung

«FOKAL»

a) zur direkten Diagrammaufnahme nach Tiselius-Svensson

Literatur:

TISELIUS, A., Kolloidzeitschrift Bd. 83, Seite 129 (1938)
TISELIUS, A., Harvey lectures Bd. 35, Seite 37 (1939–40)
SVENSSON, H., Kolloidzeitschrift Bd. 87, Seite 181 (1939)
SVENSSON, H., Kolloidzeitschrift Bd. 90, Seite 141 (1940)
SVENSSON, H., Arkiv for kemy, Min. och. Geol. Bd. 22, A. No. 10 Seite 1 (1946)
WIEDEMANN, E., Schweiz. med. Wschr. Bd. 74, Seite 566 (1944)
WIEDEMANN, E., Schweiz. med. Wschr. Bd. 75, Seite 229 (1945)
WIEDEMANN, E., Schweiz. med. Wschr. Bd. 76, Seite 241 (1946)

b) zur Aufnahme von Skalendiagrammen nach O. Lamm

Literatur:

LAMM, O., Nova Acta reg. soc. sci. Upsallensis Bd. 10, No. 6 (1937)

—

Autorisierter Hersteller:

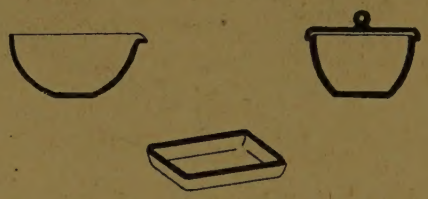
STRÜBIN & Co.

Gerbergasse 25 – Basel (Schweiz)

Laboratoriumsgeräte aus Quarzglas

Transparent und undurchsichtig

Reiche Auswahl



Verlangen Sie Spezialprospekt V 46

CARL BITTMANN
BASEL

Telephon (061) 2 22 38 Petersgraben 33

Neuerscheinung

Dr. LOUIS DISERENS

Neueste Fortschritte und Verfahren in der chemischen Technologie der Textilfasern

in zwei Teilen

—

Erster Teil:

DIE NEUESTEN FORTSCHRITTE
IN DER ANWENDUNG DER FARBSTOFFE

Hilfsmittel in der Textilindustrie

Neubearbeitete und vermehrte 2. Auflage

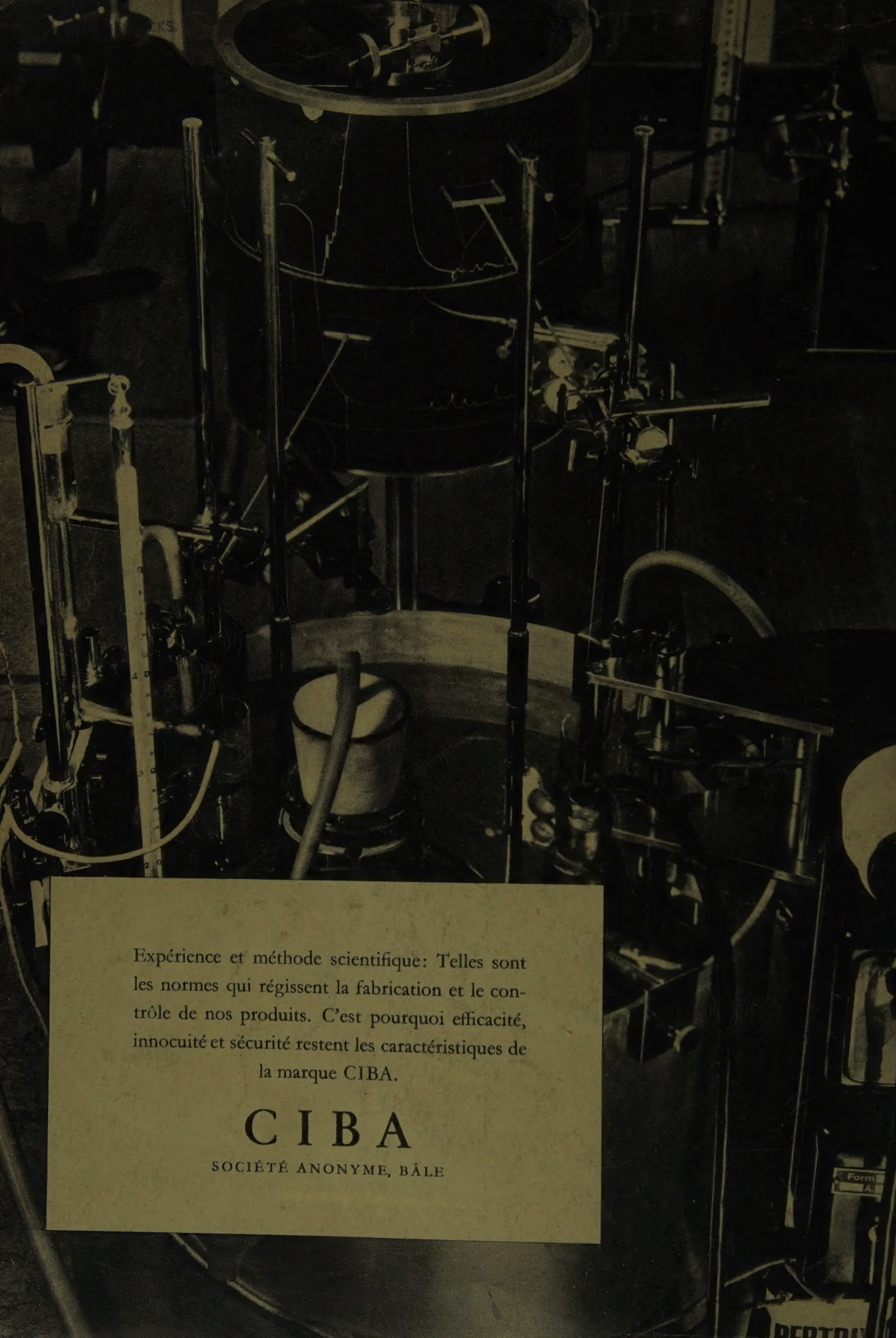
BAND I

Inhalt: I. Kapitel, Fortschritte in der Anwendung der Küpenfarbstoffe. – II. Kapitel, Die Anwendung der Schwefelfarbstoffe. – III. Kapitel, Indigosole. – IV. Kapitel, Fortschritte auf dem Gebiete der unlöslichen Azofarbstoffe. – V. Kapitel, Fortschritte auf dem Gebiete der Beizenfarbstoffe.

656 Seiten, mit zahlreichen Tabellen der einschlägigen Hilfsmittel. In Ganzleinenband Fr. 68.–

Zu beziehen durch die Buchhandlungen

VERLAG BIRKHÄUSER BASEL



Expérience et méthode scientifique: Telles sont les normes qui régissent la fabrication et le contrôle de nos produits. C'est pourquoi efficacité, innocuité et sécurité restent les caractéristiques de la marque CIBA.

CIBA

SOCIÉTÉ ANONYME, BÂLE